



**SEA EIGHT™**

**MEMORIA BIOLÓGICA**  
**Criadero alevines**  
**Aquacría La Figal**

Tabla de Contenido

1. Proyecto .....3

1.1 Alcance .....3

1.2 Proceso Productivo y tecnología .....3

1.3 Construcción de criadero de alevines.....4

1.4 Interés del Proyecto.....4

2. Memoria Técnico-Biológica .....5

2.1 Introducción .....5

2.2 Acuicultura del lenguado .....5

2.3 Producción de alevines de lenguado .....6

2.4 Descripción general de la maternidad .....8

A. Salas de cría (Reproducción) .....8

B. Sala de incubación.....8

C. Sala de Cultivo Larvario .....8

D. Salas de Alimento Vivo .....8

E. Laboratorio.....8

F. Destete .....8

G. Nursery/Pre-engorde .....9

H. Sistema de alimentación automática .....9

I. Tanques de cultivo .....9

J. Área técnica.....9

2.5 La tecnología de la producción de lenguado.....10

2.5.1. Tecnologías de soporte al cultivo .....10

2.6 Bienestar animal y Condiciones de cultivo .....14

2.6.1. Bienestar animal .....14

2.6.2. Condiciones de Cultivo: Nutrición y Alimentación .....15

2.6.3. Condiciones de Cultivo: Agua de mar.....17

2.6.4. Condiciones de Cultivo: Agua dulce .....17

2.6.5. Condiciones de Cultivo: Sistema de aire y oxigenación.....17

2.6.6. Condiciones de cultivo: Grupos electrógenos.....18

2.6.7. Condiciones de Cultivo: SCADA.....18

2.7 Procedimientos de Funcionamiento en Caso de Emergencia.....18

2.7.1. Plan de Respuesta Inmediata .....19

2.7.2. Coordinación y Evaluación .....19

2.7.3. Formación del Personal.....19

3. Emplazamiento y ubicación .....21

3.1 Características generales de la ubicación .....21

3.2 Características hidrológicas de la zona .....22

4. Captación y Vertido .....23

# 1. Proyecto

---

## 1.1 Alcance

El actual documento es la memoria biológica relativa a la adaptación de la antigua nave Cetárea el Rinconin situada en Explanada La Figar s/n Gijón Oeste 33290 para su uso como criadero de alevines de lenguado (*Solea senegalensis*) en sistemas de recirculación de agua en tierra firme. El alcance total del proyecto incluye la construcción de dos edificios adicionales de engorde que será descrito en un documento adicional.

La sociedad que promotora Aquacría La Figal, con identificación fiscal B42923102, Número de Registro de Explotaciones Ganaderas (REGA): ES330240006493- ubicada en Calle Pto Del Musel Zona Sur La Figar s/n 33212 Gijón Asturias; es poseedora de un edificio de engorde con de una licencia para producir 450 Ton de lenguado – *Solea senegalensis*- en sus instalaciones del Puerto de El Musel, Gijón Asturias

La actual concesión portuaria EXP2021/001011 - DP-CON-CON-2021-0006 (Concesión nº: 305) será debidamente ampliada para acometer el proyecto que nos ocupa.

La nave de la antigua Cetárea cuya concesión portuaria ha sido extinta se encuentra a unos 200m de la instalación de la sociedad promotora.

Aquacría La Figal es parte de SEA EIGHT AQUACULTURE GROUP, sito en Calle Juan de Austria 30, pta 5 6 Valencia España. CIF B98389141 al que pertenecen otras 3 sociedades dedicadas a la producción de *Solea senegalensis* en circuito cerrado en tierra firme tanto en España como en Portugal

El proyecto supone la construcción de un criadero de alevines de lenguado y dos edificios adicionales de engorde de lenguado, en sistemas de recirculación (RAS) con una capacidad de producción conjunta de 1.400 toneladas anuales (550 y 850 respectivamente).

El nuevo criadero proveerá de alevines tanto al engorde actual de La Figal, suministrados en la actualidad desde Portugal, como a los otros dos edificios de engorde proyectados.

El proyecto conjunto del nuevo criadero y de dos engordes adicionales suponen una inversión de 52,3 millones de euros y creará 105 puestos de trabajo. Los dos edificios de engorde se construirán en terrenos del Puerto El Musel – Gijón, adyacentes a la actual instalación.

Como referido anteriormente, la especie objeto de cultivo es el lenguado (*Solea senegalensis*), con tecnología de cultivo en sistemas de recirculación, lo que permite, por medio de sucesivos tratamientos, el reciclaje del agua de cultivo.

## 1.2 Proceso Productivo y tecnología

SEA EIGHT emplea una tecnología propia de recirculación de agua, conocida por sus siglas en inglés como RAS (Recirculating Aquaculture System). Se basa en el reciclado y desinfección continua del agua de cultivo, lo que la convierte en la tecnología existente más sostenible para la producción de proteína de pescado. En nuestros sistemas RAS se emplea un 1-3 % del agua total requerida cuando comparado con otras tecnologías alternativas. Además, al tratarse de una producción en tierra firme, el impacto en el medio marino es prácticamente nulo, erradicando por completo los riesgos de fugas y contaminaciones cruzadas con individuos salvajes. La tecnología RAS permite mantener unas condiciones de cultivo óptimas para el bienestar, salud y desarrollo del lenguado siendo además un sistema altamente eficiente en términos energéticos y de consumo hídrico. En SEA EIGHT tratamos y desinfectamos tanto el agua de entrada a la instalación como el de salida, para garantizar reducciones logarítmicas de los riesgos biológicos (potenciales agentes patogénicos) tanto desde la instalación al medio marino como en sentido contrario.

**El RAS es la tecnología más ecológica, sostenible y con menor impacto en el medio marino existente para la producción de proteína animal.**

SEA EIGHT sigue rigurosos protocolos de Calidad y Seguridad Alimentaria, contando con varias certificaciones de sus instalaciones como IFS, ISO22000 y GLOBAL GAP. Asimismo, SEA EIGHT está involucrada en numerosos proyectos de Investigación y Desarrollo y colabora con los principales centros de investigación y universidades de Portugal y España, así como organismos internacionales de referencia en Acuicultura. Actualmente estamos trabajando en desarrollos de nuevos piensos más respetuosos con el medio ambiente, de mejores sistemas de tratamiento de agua, en incrementar la eficiencia de los equipos y en la aplicación de nuevas tecnologías de la información en el proceso de producción acuícola. SEA EIGHT ha ejecutado más de 12 ciclos de producción de alevines empleando técnicas de reproducción “in vitro” desarrolladas juntamente con Centros Tecnológicos que nos permitirán un enorme salto en productividad en los próximos años.

SEA EIGHT diseña y dimensiona su propio RAS para optimizar las necesidades de calidad de agua de la producción. Nuestra experiencia en desarrollo y manipulación de RAS ha quedado patente en los sucesivos ciclos productivos ejecutados a lo largo de los últimos años.

### 1.3 Construcción de criadero de alevines

El proyecto contempla la producción de alevines a partir de un stock de reproductores, hasta su expedición a los edificios de engorde. El actual documento se centra en la memoria biológica del criadero de alevines. Se proyecta una capacidad máxima anual de producción de **8.0 Millones de alevines en pesos desde los 5 gr hasta los 20gr.**

Aquacría La Figal proyecta la recuperación del edificio de la antigua nave Cetárea el Rinconin, aprovechando gran parte de este complejo. El objetivo es doble: por un lado, lograr abaratar los costes de una implantación ex nuevo y, por otro, recuperar el edificio existente en un ejemplo a seguir, transformando y recuperando la instalación en desuso en un centro de producción sostenible y moderno.

La solución urbanística propuesta por SEA EIGHT está enfocada en aprovechar, en la medida de lo posible, los edificios existentes y en la optimización del uso del terreno. El aprovechamiento de los edificios existentes permitirá el ahorro en costes de demolición, evitando una duplicidad de costes y reduciendo el impacto medioambiental.

El lenguado, como pez plano, no necesita de una columna de agua elevada para su cultivo, basta con unos 15 cm de lámina de agua. Esto permite una disposición de los tanques de cultivo apilados en altura, optimizando enormemente el uso del terreno disponible y permitiendo el aprovechamiento de estructuras horizontales.

### 1.4 Interés del Proyecto

Los principales aspectos que destacar de la importancia del proyecto son:

1. El lenguado es una especie con una elevada aceptación y con proyección ascendente en el mercado nacional y europeo.
2. Existe una demanda no cubierta dentro de la actual cartera de clientes muy superior a la capacidad de producción proyectada.
3. Se contribuye a la demanda administrativa y sectorial de diversificación de las especies de cultivo.
4. La experiencia adquirida por la empresa a lo largo de los años ha permitido mejorar y dominar el sistema de producción superando las dificultades técnicas que representa un sistema de cultivo de estas características. Las técnicas de producción son bien conocidas.
5. El proyecto es promovido por una empresa asentada en el sector de la piscicultura, con las garantías necesarias, tanto técnicas como financieras, para su correcto funcionamiento y rentabilidad.
6. La zona elegida para su ubicación reúne todas las condiciones necesarias para este tipo de instalación.
7. Las características constructivas, se realizarían de acuerdo con las guías de recomendación y respetando la legislación vigente con el objetivo de hacerlas integrables en el entorno; el impacto sobre el medio ambiente podría considerarse como mínimo, considerando la tecnología de recirculación utilizada y el reaprovechamiento de la nave.
8. La ejecución del proyecto supondría la consolidación de una actividad productiva que está en fase de expansión tanto a nivel nacional como internacional, colocando España como máximo referente en capacidad productiva de Lenguado.
9. Se promueve la creación de 35 a 40 nuevos puestos de trabajo.
10. La empresa cuenta con plantas de engorde que serían los clientes de los alevines que se pretenden producir

## 2. Memoria Técnico-Biológica

### 2.1 Introducción

Este proyecto tiene como objetivo construir un criadero de alevines de lenguado en un sistema de recirculación (RAS). Este proyecto se realizará en la antigua nave Cetárea el Rinconin, con ubicación en la Explanada La Figar, en El Musel, Gijón, Asturias. La especie objeto de cultivo es lenguado (*Solea senegalensis*), con tecnología de tema de cultivo en RAS (del inglés: Recirculating Aquaculture System), lo que permite, por medio de sucesivos tratamientos, el reciclaje del agua de cultivo.

El RAS es la tecnología más ecológica, sostenible y con menor impacto en el medio marino existente para la producción de proteína animal. El proceso se inicia en la maternidad (hatchery) partiendo de la puesta de huevos por parte de los reproductores hasta alevines de 5-20 g. Los alevines serán enviados a edificios próximos donde los peces serán engordados hasta alcanzar el peso adecuado para su comercialización y venta.

SEA EIGHT es una empresa de capital español que desde principios de 2012 se ha dedicado a la producción sostenible de lenguado de acuicultura. Actualmente, el grupo cuenta con instalaciones de producción en el norte y centro de Portugal, una unidad de engorde en Galicia-España y una nueva en Asturias-España.

- La maternidad, Safiestela - Sustainable Aqua Farming Investments, S.A., ubicada en Lugar do Rio Alto, Póvoa do Varzim
- La unidad de engorde, Aquacría Piscícolas S.A., con sede en Quintas do Norte, Torreira
- La unidad de crecimiento, Aquacría Arousa S.L., con sede en Arousa – Galicia
- La unidad de crecimiento, Aquacría La Figal S.L., con sede en el Puerto El Musel Gijón - Asturias

La experiencia acumulada por SEA EIGHT en estos últimos años, ha permitido a la empresa adquirir un amplio conocimiento sobre el funcionamiento de las tecnologías de RAS aplicadas a la producción de peces (inicialmente en rodaballo y en lenguado actualmente). Los buenos resultados de producción conseguidos en los últimos años, la aparición de nuevas soluciones tecnológicas aplicables al proceso, apoyado desde el accionariado de la compañía, ha traído como consecuencia que la empresa considere el momento actual como el idóneo para llevar a cabo este proyecto de construcción de una nueva planta de producción de lenguado.

### 2.2 Acuicultura del lenguado

El lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) es la especie de pescado que más recientemente se han incorporado a la producción de acuicultura a escala comercial. Supone la culminación de muchos años de investigación científica y desarrollo tecnológico. Con su cultivo se han abierto nuevas oportunidades de negocio y de creación de empleo, convirtiéndose en una de las especies con más recorrido para la acuicultura.

El lenguado senegalés es un pez plano, de cuerpo ovalado y asimétrico (ojos sobre el costado derecho). La membrana inter radial de la aleta pectoral del lado ocular es de color negro, este carácter lo diferencia del lenguado común (*Solea solea*) en el que dicha aleta presenta una mancha negra compacta en su mitad posterior.

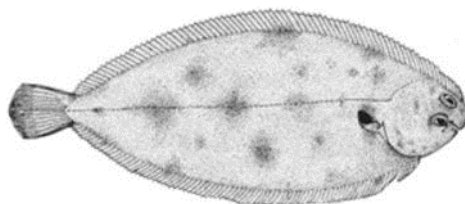


Figura 1: El lenguado senegalés (*Solea senegalensis*).

La boca es pequeña de forma semicircular que alcanza el borde inferior del ojo derecho, hocico redondeado. Aletas dorsal y anal de base muy amplia. Aleta caudal unida por una membrana basal a la aleta anal. Línea lateral recta formando un pequeño arco en la zona supra temporal. Abundante mucosidad corporal. La cara ocular presenta varias tonalidades de pigmentación de marrón muy claro a más oscuro, pudiendo presentar pequeñas manchas de diferente tonalidad distribuidas por todo el cuerpo. La cara ciega es blanquecina.

Alcanza a medir 60 cm de longitud en el Atlántico y 45cm en el Mediterráneo y un peso de 3 kg, siendo las hembras mayores que los machos. Se distribuye en el Atlántico desde el Golfo de Vizcaya hasta las costas de Senegal. Es menos frecuente en el Mediterráneo Occidental. Es una especie marina bentónica que vive en fondos arenosos o fangosos, en aguas costeras hasta 100 m de profundidad y en lagunas salobres. Es un mal nadador de actividad nocturna, permaneciendo durante el día semienterrado. Se pesca

fundamentalmente con artes de trasmallo y arrastre de fondo. Especie carnívora que se alimenta de pequeños invertebrados bentónicos, larvas de poliquetos y moluscos bivalvos, también de pequeños crustáceos.

El lenguado senegalés es una especie dioica, sin caracteres sexuales externos diferenciados, que alcanza la madurez sexual a los tres años con un tamaño de 30 cm. La puesta la realiza durante los meses de marzo a junio. Los huevos miden 0.9-1 mm de diámetro y presentan numerosos aglomerados de glóbulos lipídicos formando una espiral dentro del huevo.

El tiempo de incubación en el medio natural suele ser de una semana, aunque varía con la temperatura. La larva al eclosionar mide  $2.4 \pm 0.1$  mm es inicialmente simétrica, después de 10-12 días de vida experimenta una metamorfosis que dura una semana y al final de esta, el ojo izquierdo se ha desplazado hacia el costado derecho y se hace bentónica. Este fenómeno que es común en todos los peces planos es en uno de los que se inicia a edades más tempranas. A partir de ese momento habita lugares arenosos desde del entorno intermareal hasta los 100 m de profundidad.

Con el fin de llevar a buen término una instalación para producción de peces, es de vital importancia todo el buen diseño de todos sus aspectos y del dimensionamiento adecuado de los mismos. La elección de un sistema de cultivo depende de las condicionantes iniciales existentes en cada caso, ya que los sistemas se aplican a un medio concreto, distinto de un lugar a otro. De ahí que, dentro de unos mismos objetivos de producción, los métodos empleados sean considerablemente diferentes. En una instalación de recirculación existen dos aspectos a considerar, uno el tecnológico (tratamiento del agua) y el biológico (producción de los peces).

La experiencia acumulada por SEA EIGHT ha servido para conocer las ventajas e inconvenientes del sistema y, al mismo tiempo, nos ha proporcionado los suficientes conocimientos para plantear el actual proyecto con una serie de modificaciones de diseño y tecnológicas que nos permitan alcanzar la producción prevista. Tanto el diseño como el funcionamiento han sido objeto de dos patentes: una de Modelo Industrial (N.º 157.963) y otra de Modelo de Utilidad (N.º 200.400.337).

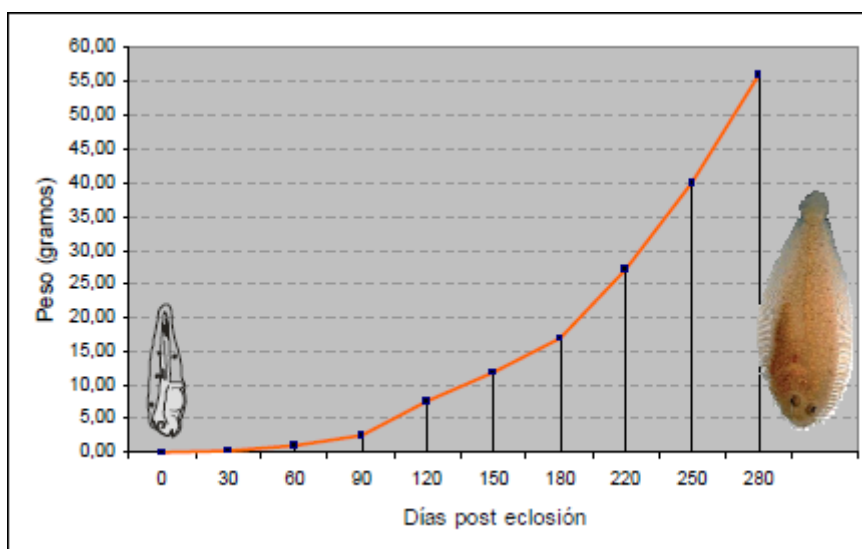


Figura 2: Curva de crecimiento do lenguado em maternidade

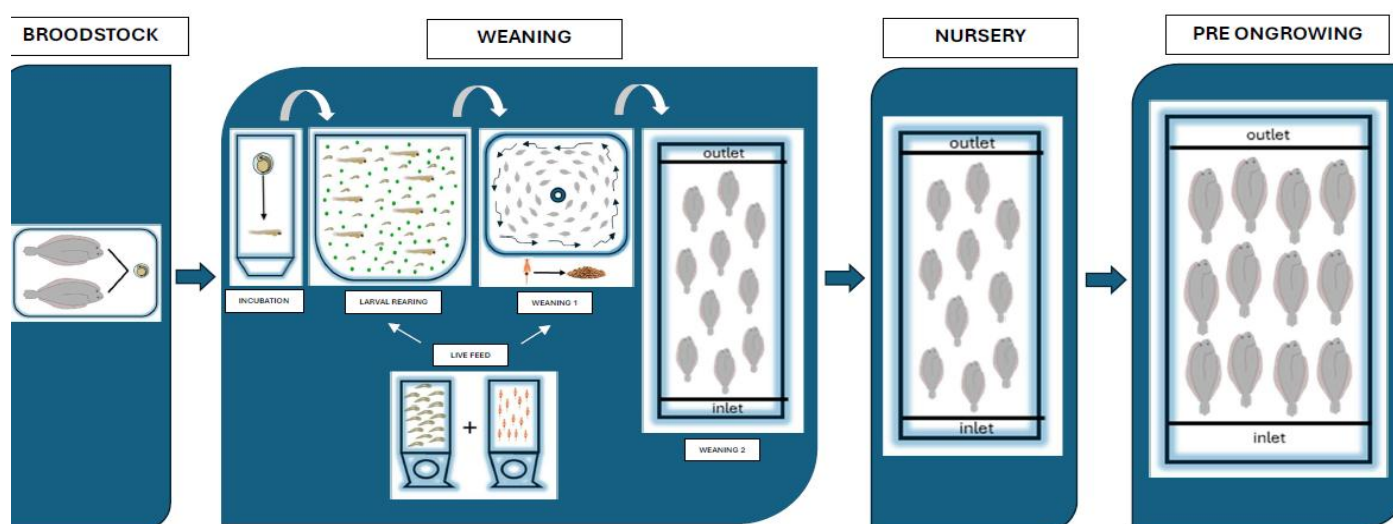
## 2.3 Producción de alevines de lenguado

La producción de lenguado en acuicultura representa una alternativa sostenible y de alto valor añadido dentro del cultivo de peces marinos. Esta especie bentónica, originaria del Atlántico oriental, se ha consolidado como un candidato prometedor gracias a su buena aceptación en el mercado, elevada calidad organoléptica y comportamiento adecuado en sistemas de cultivo controlado.

El ciclo de producción se divide en varias fases especializadas a lo cual vamos a explicar mejor más adelante y ocurre en la maternidad que cuenta con áreas destinadas a reproducción, cría, cultivo larvario, áreas de producción de alimento vivo, destete, nursery de juveniles y pre-engorde.

Los juveniles salen de la maternidad para las unidades de engorde con pesos que pueden variar entre 5 y 20 g dependiendo de la disponibilidad de espacio en las distintas unidades. En el pre engorde los peces se siembran con un peso medio de 5.0-10 g a una densidad de 4 kg/m<sup>2</sup> para alcanzar al final del proceso una densidad de 10 kg/m<sup>2</sup>, y un peso de 20 g. El engorde se realiza en tanques similares a los de pre-engorde, pero de mayor tamaño. La densidad inicial es de 10-12 kg/m<sup>2</sup> y la densidad máxima que se mantienen en los tanques durante el engorde es de 25 kg/m<sup>2</sup>.

# PRODUCTION PROCESS FLOWCHART - HATCHERY



## DAH - Days After Hatching

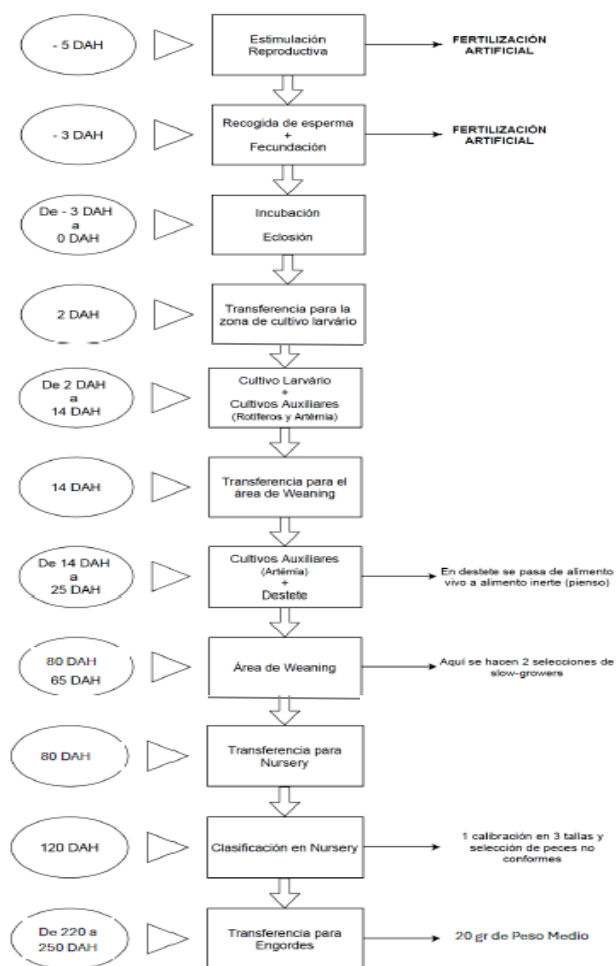


Figura 3 y 4: Diagrama de flujo Hatchery

## 2.4 Descripción general de la maternidad

### A. Salas de cría (Reproducción)

Existirán 4 salas de reproducción, cada una con 10 tanques, refiriéndose a las 4 estaciones del año. El control del termoperíodo y del fotoperíodo permitirá la obtención de huevos en todas las estaciones del año, asegurando la producción de los ciclos mensuales.

En la sala de cría se condiciona el ciclo reproductivo de los peces. Las salas están equipadas con elementos técnicos que permiten la gestión diaria, semanal, mensual y anual de los peces. La gestión de las salas y de los reproductores requiere que el operador alimente, limpie, registre y controle los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua (temperatura, oxígeno, salinidad, pH, crecimiento, patologías, etc.).

### B. Sala de incubación

En la sala de incubación, los huevos viables y no viables son seleccionados, pesados, desinfectados y distribuidos por los tanques de incubación. La sala está equipada con elementos técnicos que permiten la manipulación diaria de los huevos. Normalmente, el proceso de incubación dura un máximo de 72 horas para un rango de temperatura determinado (16-18 °C).

Es necesario programar tareas como limpieza, registro y control de parámetros físicos, químicos y biológicos (temperatura, oxígeno, salinidad, pH, crecimiento, patologías, etc.).

### C. Sala de Cultivo Larvario

La sala de cultivo de larvas ocupará un área de aproximadamente 136 m<sup>2</sup>, y estará equipado con 24 Tanques de cultivo de larvas.

En esta sala se incuban las larvas, se cuentan las larvas eclosionadas y se transfieren con estricto cuidado a los tanques de cultivo. La sala está equipada con elementos técnicos que permiten el manejo diario de la producción de larvas. Generalmente, el proceso de cultivo de las larvas dura entre 12 y 15 días para un rango de temperatura determinado (19-21 °C). El cultivo de larvas requiere tareas diarias de alimentación, limpieza, registro y control de parámetros físicos, químicos y biológicos (temperatura, oxígeno, salinidad, pH, crecimiento, mortalidad, etc.). El cultivo larvario culmina con la metamorfosis de las larvas, observando la migración del ojo y el cambio en el comportamiento de natación, dejando de nadar en la columna de agua y poblando el fondo del tanque. En esta etapa, se les llama larvas y se alimentan con alimento vivo.

### D. Salas de Alimento Vivo

Las salas de alimento vivo ocuparán un área de aproximadamente 120 m<sup>2</sup>, y estará equipado con tanques cilíndrico-cónicos para el cultivo de rotíferos y artémia.

En estas salas se lleva a cabo la producción del alimento vivo necesario para las larvas de lenguado. Se producen dos tipos de alimentos vivos: artémias y rotíferos. El proceso de alimentación de las larvas es extremadamente complejo, estos cultivos auxiliares deben sincronizarse en paralelo con el cultivo de las larvas de peces. Cada lote de larvas en su proceso de desarrollo necesita alimento vivo en cantidad y calidad. Uno de los principales factores de éxito en la etapa larvaria se basa en esta coordinación con la producción de alimento vivo que tiene que existir en cantidad y calidad nutricional siempre que sea necesario. La sala está equipada con elementos técnicos que permiten la desinfección, descapsulación, incubación, eclosión y filtración de la artémia y la incubación y cultivo de los rotíferos.

Prevemos la instalación de resistencias y controladores de resistencias en las salas de alimentos en vivo. Las salas estarán equipadas con filtros de cartucho de 10,5 y 1 micra, en un total de 4 juegos.

Se instalarán 2 sopladores de 2HP y 5.5HP para la aireación de los cultivos auxiliares.

### E. Laboratorio

El laboratorio ocupará un área de aproximadamente 15 m<sup>2</sup>. El laboratorio permitirá el análisis y almacenamiento de muestras de agua y peces durante el proceso de producción. El personal del laboratorio cuenta con equipos para realizar mediciones precisas de los parámetros de calidad del agua, y se encargará de preparar y enviar muestras para su análisis a laboratorios de centros de investigación y universidades para una rápida identificación y diagnóstico de las enfermedades que puedan ocurrir en las instalaciones. Finalmente, mediante microscopía, se determinan las fases iniciales de crecimiento de los huevos y larvas de lenguado.

### F. Destete

La sección de destete ocupará una superficie de unos 560 m<sup>2</sup>. Esta zona recibe las postlarvas que han terminado el cultivo larvario y ya han sufrido una metamorfosis. En esta etapa del desarrollo de los peces, las presas vivas se reemplazan gradualmente por alimento



inerte hecho de harina de pescado y otros elementos, como vitaminas, minerales y sustancias atractivas.

Constará de tanques cuadrados hechos de PPH, y con una columna de agua de unos 10 cm.

El proceso de destete suele durar entre 27 y 30 días para un determinado rango de temperatura (19-21°C). Requiere tareas diarias de alimentación, limpieza, registro y control de parámetros físicos, químicos y biológicos (temperatura, oxígeno, salinidad, pH, crecimiento, mortalidad, etc.). El destete finaliza cuando el alimento vivo se reemplaza por completo por alimento inerte y la postlarva se convierte en un alevín, es decir, con una morfología externa semejante al pez.

#### *G. Nursery/Pre-engorde*

La zona de Nursery ocupará alrededor de 1200 m<sup>2</sup>, y consta de tanques rectangulares tipo canalización. Los peces pasan a Nursery cuando alcanzan un peso medio de 1 g. En esta etapa ya se alimentan exclusivamente de una dieta inerte y su comportamiento es completamente bentónico. Los peces se transfieren entre el destete y los tanques de Nursery con extremo cuidado, al mismo tiempo que se contabilizan los peces. El proceso de Nursery puede durar hasta 100 días dependiendo del rango de temperatura (19-21 ° C) y del peso final que deba alcanzar el pescado. El cultivo de juveniles implica tareas diarias de alimentación, limpieza, registro y control de parámetros físicos, químicos y biológicos (temperatura, oxígeno, salinidad, pH, crecimiento, enfermedad, mortalidad, etc.). El proceso suele culminar cuando el pescado alcanza una talla entre 10-40 g de peso medio.

#### *H. Sistema de alimentación automática*

Se instalarán sistemas automáticos de alimentación; un sistema para el sector del destete y otro para el sector de nursery.

El sistema de alimentación automática constará de una unidad central de alimentación que incluye silos de alimentos, válvulas selectoras, ventilador y computador de control.

El alimento se distribuirá por un sistema automático, ya que esta forma de distribución corresponderá a una mejor economía y menor desperdicio.

Este tipo de sistema y software es uno de los puntos más importantes para la producción de Lengado, ya que esta especie no es una especie depredadora y no busca alimento como muchas otras. Entonces tiene que haber un control elevado de su alimentación. Hay que tener en cuenta tomas de alimentación diaria, cantidad a lo largo del día y noche, control de FCR, tasas de alimentación entre otros.

#### *I. Tanques de cultivo*

La maternidad se compondrá por 12 Salas de producción: reproductores, incubación, cultivo de larvas, alimento vivo, laboratorio, destete y nursery/pre-engorde, más salas de apoyo a producción. La sala de reproductores tendrá un área de alrededor de 260 m<sup>2</sup> con tanques de polipropileno, cuadrados o circulares, y un volumen de 270 m<sup>3</sup>. La sala de incubación tendrá alrededor de 23 m<sup>2</sup> y en ella se instalarán tanques cilíndrico-cónicos de poliéster reforzado con fibra de vidrio utilizados para la incubación de huevos. La sala de cultivo de larvas ocupará alrededor de 136 m<sup>2</sup>, donde se instalarán tanques de cultivo de larvas de poliéster reforzado con fibra de vidrio cilíndrico-cónico con aproximadamente 3000 litros cada uno. La sala de alimento vivo ocupará un área de aproximadamente 120 m<sup>2</sup>, y estará equipado con 40 Tanques cilíndricos cónicos de poliéster reforzado con fibra de vidrio. El laboratorio ocupará un área de aproximadamente 15 m<sup>2</sup> y contará con el equipo necesario para realizar mediciones precisas de los parámetros del agua, y procesar muestras para su análisis. La sala de destete ocupará alrededor de 560 m<sup>2</sup>, en él se instalará 144 tanques cuadrados y raceways fabricados en PPH, montados en columna y con una columna de agua de unos 10 cm. La sala de nursery/pre-engorde ocupará alrededor de 1200 m<sup>2</sup>, y constará de aproximadamente 150 tanques rectangulares tipo raceways montados en columna.

#### *J. Área técnica*

El área técnica ocupará alrededor de 900 m<sup>2</sup> y en él se instalarán todos los equipos que forman parte de los diferentes Sistemas abiertos y de recirculación. A saber, filtros mecánicos, filtros biológicos, Skimmers, columnas de desgasificación, sistemas de bombeo, filtros de arena, filtros cartucho, UV, etc.

Aquí también tenemos todas las salas de equipos de apoyo de producción, con todos los equipos generales, como Soplantes, Generadores de emergencia, Generadores de Ozono, taller, bombas de calor, almacén de piensos, filtro de lamas, etc.

## 2.5 La tecnología de la producción de lenguado

La producción de lenguado, como ya referido anteriormente, supone la culminación de muchos años de investigación científica y desarrollo tecnológico. De seguida, resumimos algunos de los procesos productivos claves para la producción.

### *Reproducción:*

En SeaEight, damos prioridad a la mejora continua y al desarrollo sostenible de nuestros procesos de producción acuícola. Para ello, contamos con un equipo de Investigación y Desarrollo (I+D) que estudia y optimiza factores clave relacionados con el bienestar animal, la eficiencia productiva y la calidad del producto final.

En este contexto, SeaEight está desarrollando un programa de selección genética específicamente orientado al cultivo de lenguado (*Solea senegalensis*). Este programa tiene como objetivo mejorar características zootécnicas de interés, tales como la tasa de crecimiento, la eficiencia en la conversión alimenticia, la resistencia a patologías comunes y la adaptabilidad a sistemas intensivos y recirculados (RAS).

La selección genética en peces planos como el lenguado representa una herramienta estratégica para aumentar de forma sustentable la competitividad de la acuicultura marina. A través de técnicas modernas de mejora genética y evaluación fenotípica, buscamos optimizar el rendimiento productivo sin comprometer la biodiversidad ni el bienestar de los animales.

Actualmente, en SeaEight trabajamos con fertilización natural y fertilización artificial en nuestros programas de reproducción de lenguado (*Solea senegalensis*), técnicas que dominamos por completo gracias a años de experiencia y optimización de protocolos.

La fertilización natural se basa en la inducción controlada del desove en condiciones de cultivo, lo cual permite que los reproductores realicen la fecundación de manera espontánea, simulando los ritmos reproductivos naturales. Esta técnica favorece la selección de parejas compatibles y puede mejorar la viabilidad embrionaria bajo ciertas condiciones.

Por otro lado, la fertilización artificial nos permite ejercer un mayor control sobre el proceso reproductivo, mediante la extracción manual de gametos y su fecundación en condiciones de laboratorio. Este método es especialmente útil para garantizar altos índices de fertilización, sincronización del ciclo reproductivo y manejo genético más preciso, lo que resulta fundamental en programas de selección genética.

La combinación de ambas estrategias nos ofrece flexibilidad, eficiencia y control en las fases críticas del ciclo productivo, asegurando la calidad y trazabilidad desde el origen.

### *Cultivo Larvario:*

El cultivo larvario constituye una de las fases más críticas y determinantes en la producción del lenguado (*Solea senegalensis*). Durante este período inicial, es esencial mantener un control riguroso y constante de todos los parámetros fisicoquímicos del agua, así como del comportamiento y desarrollo de las larvas, desde su estabulación hasta el inicio de la alimentación activa.

Todos los aspectos del sistema son cuidadosamente monitorizados, incluyendo temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH, fotoperíodo y calidad microbiológica del agua. Debido a la alta concentración de lípidos procedente de las dietas enriquecidas utilizadas en esta etapa, resulta fundamental gestionar eficazmente la acumulación de grasa en el sistema. Para ello, en SeaEight implementamos técnicas de eliminación continua de lípidos directamente en los tanques, lo que garantiza condiciones óptimas de limpieza y contribuye al bienestar larvario.

Actualmente operamos en un sistema abierto, que ha demostrado ser eficaz. Sin embargo, estamos evaluando la transición hacia un sistema de recirculación (RAS) para esta maternidad, con el fin de alcanzar un nivel aún mayor de precisión, bioseguridad y estabilidad ambiental. Esta posible mejora representa un paso estratégico hacia una producción más eficiente, resiliente y tecnológicamente avanzada.

### 2.5.1. Tecnologías de soporte al cultivo

En una hatchery, debido a la existencia de distintas áreas funcionales dentro del ciclo de producción, trabajamos con una combinación de sistemas abiertos y sistemas de recirculación (RAS), seleccionados según los requerimientos específicos de cada zona. Esta flexibilidad nos permite adaptar el manejo hídrico y tecnológico a las necesidades particulares de cada fase —ya sea incubación, cultivo larvario, destete, o pre-engorde, optimizando así tanto el rendimiento biológico como la eficiencia operativa.

### *Captación:*

Para el agua nueva que ingresa a las instalaciones, está previsto un sistema completo de tratamiento y control automatizado, que garantice tanto la calidad como la seguridad sanitaria del recurso hídrico. Implementaremos una serie de equipos de filtración y monitoreo en línea, diseñados para controlar el caudal y los parámetros fisicoquímicos del agua en tiempo real.

Todo el sistema estará conectado a una plataforma SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), que permitirá la visualización en tiempo real de los datos y la detección automática de anomalías, facilitando así una gestión proactiva y segura.

El tratamiento físico del agua incluirá una filtración mecánica de alta eficiencia, posiblemente mediante filtros Bernoulli y filtros de arena, diseñados para remover sólidos en suspensión. Para asegurar la bioseguridad y prevenir la entrada de agentes patógenos, se aplicará un proceso de desinfección mediante luz ultravioleta (UV), una tecnología eficaz y libre de químicos, ampliamente utilizada en instalaciones de acuicultura profesional.

Este conjunto de medidas asegura que toda el agua que entra en el sistema cumpla con los estándares más exigentes de calidad y sanidad, protegiendo así todas las fases del cultivo.

### *Sistema Abierto:*

En los sistemas abiertos que utilizaremos en las distintas fases del cultivo —cuando así lo requiera el diseño zootécnico— se integrarán equipos adicionales adaptados a las necesidades específicas de cada etapa.

En el caso de la incubación, cultivo larvario y producción de alimento vivo, el sistema contará con una filtración complementaria mediante filtros de cartucho, además de una segunda etapa de filtración por arena y una unidad de desinfección por luz ultravioleta (UV), asegurando un alto nivel de bioseguridad y calidad del agua en estos momentos críticos del ciclo productivo.

Asimismo, se implementará un sistema de control térmico individualizado por fase, dado que cada etapa del desarrollo del lenguado requiere rangos específicos de temperatura para maximizar la supervivencia, el crecimiento y la eficiencia metabólica de los animales.

Una vez los peces alcanzan la fase de destete el agua de cultivo es recuperada en una tecnología de reciclado de agua cuyo acrónimo en inglés es RAS.

### *Sistemas RAS:*

Los Sistemas de Recirculación Acuícola (RAS por sus siglas en inglés) representan una manera ecológica y exclusiva para el cultivo de peces. A diferencia del método tradicional de cultivo de peces como los estanques abiertos al aire libre, las jaulas offshore o tanques, permiten la cría de peces en altas densidades, dentro de un ambiente de crianza controlable por el operador de la instalación. Los filtros de los sistemas de recirculación limpian el agua y la reciclan, enviándola nuevamente a los tanques de cultivo de peces. Sólo se les añade agua nueva a los sistemas para compensar la pérdida de agua producto de las salpicaduras, la evaporación y para reemplazar la que se utiliza para eliminar los materiales de desecho.

En definitiva, los beneficios del RAS incluyen:

- **Bajos requerimientos de agua:** Los peces de cultivo en cualquier instalación se deben criar con las condiciones adecuadas y necesarias para que se mantengan saludables y crezcan con una buena Tasa de Conversión Alimenticia (FCR). Los peces necesitan un continuo suministro de agua limpia a una temperatura apropiada y con un contenido de oxígeno disuelto óptimo para un buen crecimiento. En el sistema RAS el agua se reutiliza haciendo que las necesidades, frente a tecnología en circuito abierto, sean menores.
- **Menor impacto sobre ecosistema marino:** dado que la producción se realiza en tierra firme en tanques, no hay actividad erosiva sobre el fondo marino, ni posibilidad de escape de peces de cría al medio salvaje, y se minimiza al máximo la interacción con el medio marino.
- **Menos requerimiento de espacio:** dado que los peces de un sistema de recirculación se cultivan en tanques, con suministro de oxígeno y sus desechos metabólicos se eliminan a través de la constante recirculación de agua, se pueden criar peces a altas densidades y de manera segura. Los tanques pueden ser apilados en alturas lo que reduce el terreno empleado para la producción.
- **Menos residuos:** Los efluentes de agua empleada en el consumo son tratados antes de emitirlos al mar, reduciendo el impacto de los desechos, todos ellos orgánicos.
- La ubicación terrestre, así como el tratamiento y desinfección del agua de aporte de mar, garantiza una **barrera sanitaria** que previene la entrada de patógenos en la instalación que pueden perturbar el correcto desarrollo o bienestar de los peces.

Todo ello ha permitido seleccionar como **mejor opción, desde el punto de vista ambiental, económico y técnico, el sistema de recirculación (RAS)**, estando además en consonancia con el cumplimiento de varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En los sistemas tradicionales de cultivo, debido a los volúmenes de agua bombeada, el control o modificación de las características fisicoquímicas del agua introducida en el sistema de cultivo es económicamente inasumible, por lo que los peces cultivados están sometidos a las mismas variaciones que se producen en el medio natural.

Es por ello, por lo que en una sociedad cada vez más preocupada por la conservación de los recursos naturales (y el agua es un recurso clave), el impacto ambiental de los vertidos producidos como consecuencia de la producción industrial de peces mediante acuicultura debe atraer la atención de todas las personas interesadas en el tema. Esta preocupación debería enfocarse hacia la utilización de tecnologías de recirculación de agua, es decir, de circuitos cerrados.

El sistema empleado por el grupo SEA EIGHT, ha sido diseñado con el fin de asegurar unas condiciones de cultivo óptimas para los peces, e requiere varios procesos en el tratamiento del agua. El agua que sale de los tanques de peces, cargada con materia orgánica resultante de las heces y restos de la comida, se somete a un proceso de filtración mecánica, filtración biológica, desnatado de proteínas, desgasificación y nuevamente bombeo a los tanques. Todo este proceso se lleva a cabo en una unidad compacta llamada **Depuradora**.

El proceso de reciclado de agua de cultivo pasa por las siguientes fases sucesivas:

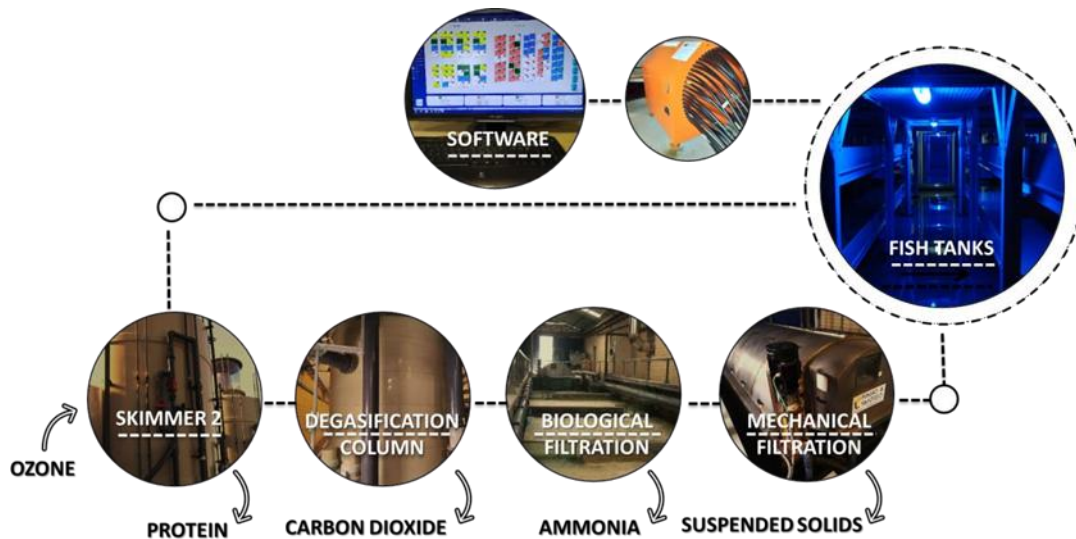


Figura 5: El sistema diseñado por el grupo SEA EIGHT para asegurar unas condiciones de cultivo óptimas para los peces, empleando varios procesos en el tratamiento del agua.

### El sistema RAS: Filtración mecánica

En el sistema RAS, la filtración mecánica se realiza mediante filtros de tambor de 40 µm, para la eliminación de los sólidos en suspensión (Figura 6).

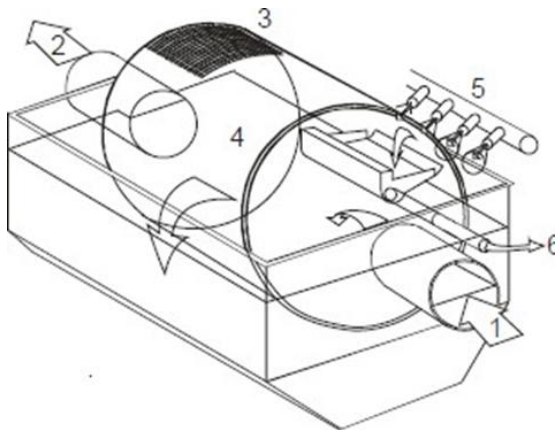


Figura-6: El sistema diseñado por el grupo SEA EIGHT: filtro de tambor empleado. [1 entrada de agua, 2 salidas de agua, 3 elementos filtrantes, 4 tambores, 5 aspersiones, 6 salidas de lodos]

La filtración biológica es responsable por la oxidación del principal metabolito liberado al agua por los peces (amoníaco). Ocurre

El biofiltro (Figura 7), es responsable del tratamiento biológico del agua, ha sido uno de los principales retos en la optimización de

Los biofiltros MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor), cuya traducción más cercana es el biofiltro de lecho móvil o dinámico, se desarrollaron en Noruega a finales de la década de 1980 y principios de la de 1990. MBBR utiliza el volumen completo del tanque para el crecimiento de biomasa (población bacteriana). Esto se logra con el crecimiento de biomasa sobre un sustrato que se mueve libremente en el volumen de agua del reactor. Este sustrato se mantiene dentro del reactor mediante la instalación de redes en los puntos de salida. El reactor se puede utilizar para procesos aeróbicos, anaeróbicos y anóxicos.

Se han desarrollado sistemas y redes de aireación especiales para retener el sustrato dentro de los reactores para reactores

### El sistema RAS: Protein skimming

- Eliminar compuestos orgánicos disueltos que no elimina la filtración mecánica.
- Mejorar la oxigenación y el intercambio de gases, contribuye a la eliminación del CO<sub>2</sub> y regulación del pH.
- Permitir el control de la carga bacteriana en el sistema a través de la inyección de ozono.



El fraccionamiento de espuma o desnatado de proteínas es un proceso relativamente simple y se basa en las propiedades físicas y químicas de la coagulación. Las moléculas orgánicas (tensioactivos) tienen extremos polares y otros no polares. El efecto polar es hidrófilo y atractivo para las moléculas de agua. La porción no polar de la molécula tiende a orientar sus partes hidrófobas hacia los contactos con el aire. Para ser eficaz, el proceso requiere una columna de contacto en la que puedan interactuar el aire y el agua que contienen estos tensioactivos.

Las interfaces de aire y agua se generan mediante la inyección constante de pequeñas burbujas en una cantidad proporcional al volumen de agua en la columna que permite la mezcla y luego la migración a la superficie.

Durante esta migración, la materia orgánica disuelta y suspendida se une a las interfaces aire/agua de las burbujas de aire, formando una especie de "piel" en su superficie. En la parte superior de la columna se forma un residuo de espuma concentrada, compuesto principalmente de material orgánico. Este residuo, en forma de espuma, se elimina luego del sistema. El proceso de fraccionamiento de espuma es un filtro estándar permanente. Además, la desnatada mejora la oxigenación física y biológica del sistema.

La demanda biológica de oxígeno se reduce mediante la eliminación directa de carbono orgánico biodegradable (proteína), así como bacterias en la columna de agua. Físicamente, el aumento de la superficie debido a la inyección de grandes volúmenes de aire (en forma de pequeñas burbujas) en la columna de agua, crea una buena condición para el intercambio de gases. La adición de pequeñas cantidades de ozono al proceso, con sus propiedades de coagulación y desinfección, hace que el Protein Skimmer (skimmer de proteínas) sea un componente importante del sistema de tratamiento de agua.

### *El sistema RAS: Columna de desgasificación*

La columna de desgasificación permite la eliminación del CO<sub>2</sub> resultante de la respiración y el metabolismo de los peces del agua de cultivo. El agua pasa por una columna llena de material plástico donde cae en cascada, con aire inyectado a contracorriente. Este proceso promueve la liberación de gases en el agua, principalmente CO<sub>2</sub>.

## **2.6 Bienestar animal y Condiciones de cultivo**

### *2.6.1. Bienestar animal*

La Organización Mundial de la Salud Animal considera que un animal se encuentra en un estado satisfactorio de bienestar cuando está sano, confortable y bien alimentado, puede expresar su comportamiento innato, y no sufre dolor, miedo o estrés (WOAH, 2008). En SEA EIGHT, con el control de los sistemas de recirculación, trabajamos para tener las mejores condiciones de bienestar animal, asegurando una calidad de agua y unas densidades que garanticen el normal desarrollo de los peces. Esto se pone de manifiesto en los bajos ratios de mortalidad y los buenos ritmos de crecimiento.

El Plan Sanitario Integral contiene el Programa Profiláctico, que enumera los puntos clave que deben considerarse en relación con la gestión sanitaria de las instalaciones. La salud de los peces será siempre lo más importante, en especial cuando se introducen alevines en las instalaciones, ya que son los individuos más sensibles.

El Plan Sanitario Integral está dividido en 3 partes: la primera, considera los aspectos generales de las instalaciones, haciendo referencia a la bioseguridad, para garantizar la seguridad sanitaria de la producción; la segunda, está más direccionada a la patología de los peces, incluyendo la investigación y el análisis sistemático de las enfermedades más comunes a fin de garantizar una población de peces saludable; y la tercera, referente a la calidad, deformidades y factores genéticos.

En sistemas RAS, es prioritario que se controle la calidad del agua de cultivo para garantizar la seguridad alimentaria y bienestar de los animales. Por ello, el Plan Sanitario Integral garantiza que los peces se crían en agua de calidad controlada durante todo el periodo de cultivo, mediante mediciones periódicas de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para asegurar que se adecuan a las necesidades y características fisiológicas de los peces. Asimismo, las densidades de cultivo se mantendrán controladas ajustándose de nuevo a las necesidades del lenguado.

Además, en este Plan se habla de la importancia de la alimentación y nutrición a la hora de garantizar que se respetan las necesidades fisiológicas y de desarrollo de los peces, asegurando la seguridad alimentaria y la alta calidad del producto final. La calidad del agua y preservación del medio ambiente es fundamental. Otros procesos clave incluidos en este Plan incluyen el listado de las principales enfermedades que afectan la especie, medidas de control de las enfermedades, protocolo de pesca y sacrificio, así como el programa de lucha frente a plagas.

Por último, en el Plan Sanitario Integral se detallan las enfermedades de declaración obligatoria que según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) afectan la especie, así como las medidas a aplicar en caso de su detección.

### 2.6.2. Condiciones de Cultivo: Nutrición y Alimentación

La alimentación es uno de los factores que tienen una mayor incidencia en el coste asociado al cultivo de peces. En el caso del lenguado, representa entre el 20 y el 30% de los costes de producción. Por otro lado, es importante tener en cuenta la importancia que la alimentación tiene en la calidad del producto final.

Para la alimentación de los lenguados se emplean piensos específicamente desarrollados para esta especie. El pienso se distribuye mediante sistemas automatizados de alimentación a lo largo del día. Los índices de conversión, FCR (Feed Conversion Ratio, o Kg de alimento necesarios para generar 1 Kg de pescado cultivado) con los piensos usados en la actualidad están alrededor de 1.3x. Este índice se ha ido mejorando en los últimos años gracias a la importante inversión en I+D que realizan los fabricantes de pienso y es de esperar que el FCR mejore progresivamente en el futuro adecuando el pienso a los requerimientos nutricionales del pez y explorando materias primas alternativas.

Los requisitos de alimentación del lenguado ya están bastante desarrollados en productos comerciales. El alimento que se utiliza desde el destete hasta el engorde son piensos que SEA EIGHT selecciona de proveedores que garantizan la fabricación con materias primas marinas, altos niveles de fosfolípidos, hidrolizados de proteínas marinas, aceites marinos especialmente seleccionados, vitaminas y minerales. Las materias primas de alta calidad, combinadas con el proceso de fabricación a baja temperatura, producen un alimento de elevada palatabilidad para el animal, que facilita el destete y el engorde de los peces. En sus primeras fases de desarrollo, el lenguado se alimenta de fitoplancton y zooplancton (alimento vivo), que se producen *in situ*, en una segregación de la unidad productiva, en la zona de maternidad, a partir de cultivos madre de cepas registradas y adquiridas a proveedores comerciales. Podemos así garantizar que todos los requisitos alimentarios del lenguado están asegurados.

La alimentación de los peces se realizará mediante un sistema neumático automatizado. Luego se controla todo desde un SCADA/software onde ponemos todos los datos necesarios para la buena alimentación de los peces. Tenemos nuestra tabla de alimentación, FCR, SFR, etc. Luego se controla la alimentación todos los días visualmente en los tanques, si hay sobrante o si hace falta aumentar alimentación. Todos los días los datos, son trasladados al software de control de producción, estando disponibles para su análisis y, de este modo, verificar que todo esté bien contrastándolos con los datos de producción.

El alimento que utilizaremos en la fase de destete se fabrica con materias primas marinas, altos niveles de fosfolípidos, hidrolizados de proteínas marinas, aceites marinos especialmente seleccionados, vitaminas y minerales. Las materias primas de alta calidad, combinadas con el proceso de fabricación a baja temperatura, producen un alimento muy apetitoso que facilita el destete de los peces.

Dado que la maternidad está compuesta por distintas áreas funcionales, cada una correspondiente a una fase específica del ciclo de vida del lenguado, contamos también con sistemas diferenciados de manejo y estrategias de alimentación adaptadas a las necesidades particulares de cada sección.

#### *Alimentación en Incubación:*

Durante la fase de **incubación**, los embriones y larvas recién eclosionadas no requieren alimentación externa, ya que se nutren exclusivamente de sus reservas endógenas contenidas en el saco vitelino. Esta estructura, rica en proteínas, lípidos e inmunonutrientes, les proporciona la energía necesaria para sostener sus funciones metabólicas básicas, como la organogénesis, el desarrollo del sistema digestivo y la motilidad inicial.

La duración de esta fase de nutrición endógena depende de factores como la temperatura del agua, alevinaje e intensidad metabólica, e é crítica para asegurar una transición saludable hacia la alimentación exógena, que ocurre normalmente a los pocos días tras la eclosión.

#### *Alimentación en cultivo Larvar:*

A partir del momento en que las larvas recién eclosionadas ingresan en la fase de cultivo larval, comienzan a su alimentación externa. Durante esta transición de la nutrición endógena a la exógena, se introduce un alimento de transición que cubre sus primeras necesidades nutricionales y favorece el desarrollo de su sistema digestivo, promoviendo un crecimiento saludable.

En esta etapa inicial, las larvas son alimentadas principalmente con rotíferos (*Brachionus* spp.), artémia (*Artémia* spp.) y microalgas. Estos organismos son altamente nutritivos y proporcionan una fuente rica en ácidos grasos esenciales, proteínas, vitaminas y minerales, fundamentales para el correcto desarrollo y la inmunidad de las larvas. Estos alimentos son producidos en nuestras instalaciones, lo que nos permite controlar su calidad y enriquecimiento de acuerdo con las necesidades específicas de los animales en cada fase. Por ejemplo, los rotíferos y la artémia son enriquecidos con aceites ricos en ácidos grasos omega-3, como el DHA y el EPA, los cuales son cruciales para la formación de las membranas celulares y el desarrollo neurológico de las larvas.

Además, las microalgas proporcionan una fuente natural de pigmentos (como la astaxantina), que no solo optimizan la nutrición, sino que también contribuyen a la resistencia inmunológica de las larvas durante su crecimiento temprano.

Componente	Rotíferos enriquecidos	Artemia enriquecida
Proteína bruta (%)	55–65%	50–60%
Lípidos totales (%)	12–20%	15–25%
EPA (% de lípidos)	5–8%	4–6%
DHA (% de lípidos)	2–6% (dependiendo del producto usado)	2–5%
Relación DHA/EPA	~1:1 o superior	~1:1
Ácidos grasos saturados	20–25%	20–25%
Cenizas (%)	8–10%	10–12%
Energía (kcal/100g)	500–520	500–530
Tamaño promedio	100–250 µm	400–800 µm (nauplio)

Tabla 1: Tabla de composición AV

Alimentación destete:

En la fase de destete, el proceso alimentario continúa inicialmente con el uso de alimento vivo, en este caso artémia, debido a su alta palatabilidad y valor nutricional, lo que facilita la transición entre el alimento natural y el alimento formulado.

A continuación, se inicia el destete propiamente dicho, que consiste en la introducción progresiva de alimento inerte — piensos micro extruidos o micro encapsulados— específicamente formulados para cubrir las necesidades nutricionales de los juveniles en estas etapas críticas del desarrollo.

Este proceso es delicado y requiere una estrategia cuidadosamente diseñada, ya que las larvas aún están desarrollando plenamente su sistema digestivo. Por ello, los piensos utilizados en esta fase presentan altos niveles de digestibilidad, y están enriquecidos con proteínas de alta calidad, ácidos grasos esenciales (DHA, EPA), vitaminas y minerales, para garantizar un crecimiento óptimo, fortalecer la inmunocompetencia y asegurar una alta tasa de supervivencia.

El destete gradual permite a los animales adaptar se fisiologicamente ao novo tipo de alimento, minimizando o risco de mortalidade e favorecendo uma transição suave para fases posteriores do cultivo.

Proteína	58-60%	Vitamina C	728mg/kg
Gordo	17-20%	Vitamina E	300 mg/Kg
PUFA n3	2.1-2.6%	Vitamina D3	6000 U.I/Kg
PUFA n6	2.5-2.6%	Vitamina A	21600 U.I/kg
Fosfatos	5-6%	Cenizas	10%
		Humedad	7-9%

Tabla 2: Tabla de composición de raciones



El número de dosis diarias es variable y siempre depende de la respuesta de los peces al alimento. Al tratarse de una fase de habituación, los peces reaccionan de forma impredecible. Al aceptar la comida, la estrategia es proporcionar el mayor número de comidas con la menor cantidad posible.

#### *Alimentación en Nursery y Pre-engorde:*

En la fase de Nursery y Pre-engorde, los peces ya están completamente adaptados a la alimentación inerte, es decir, a la ración seca. La alimentación en esta etapa, al igual que en la fase anterior, se realiza mediante un sistema de alimentación automática, lo que permite distribuir el alimento de forma controlada y eficiente, adaptándose a las necesidades nutricionales y al ritmo de crecimiento de los peces.

#### *2.6.3. Condiciones de Cultivo: Agua de mar*

Es este un aspecto de vital importancia ya que será el medio en el que se ubicarán los peces objeto de cultivo. De la calidad de esta dependerá el óptimo desarrollo y el estado sanitario de las poblaciones de peces. A lo largo de todo el proceso industrial será necesario contar con un flujo determinado de agua que, en cada una de las fases se dimensionará por separado.

De forma global, teniendo en cuenta el total desarrollo de los procesos de producción, y calculando dichos caudales en condiciones extremas (temperaturas elevadas, y densidades altas), se estiman unas necesidades de agua salada de 150 m<sup>3</sup>/h (aproximadamente). Para mantener los parámetros de calidad del agua en unos rangos adecuados para desarrollar el proceso productivo en condiciones óptimas para la producción.

El agua de mar es bombeada hasta la instalación, donde se realiza una filtración a través de filtros Bernoulli o filtros de arena. Luego, también pasa por un proceso de desinfección mediante luz ultravioleta tal y como comentado antes. Todo este proceso es de extrema importancia para evitar que cualquier tipo de contaminación externa pueda ingresar a nuestras instalaciones. Esta agua, (filtrada y esterilizada) constituye el aporte de agua “nueva” de renovación del sistema que se bombea hacia las distintas unidades de cultivo, después de pasar por los peces, se procede de nuevo a su depuración (proceso descrito previamente) y reutilización.

El Plan de SEA EIGHT también contempla que esta modulación térmica sea lo más sostenible posible, gracias al reaprovechamiento de todas las fuentes de calor disponibles, que incluyen el intercambio de temperatura con el agua que retorna al mar. Nuestro sistema de gestión animal incluye una monitorización continua de distintos parámetros del agua, incluyendo la temperatura y garantizando que se encuentra dentro de los parámetros ideales del lenguado *Solea senegalensis*.

#### *2.6.4. Condiciones de Cultivo: Agua dulce*

La necesidad de aporte de agua dulce a la instalación se cifra básicamente en función de su utilización para las faenas de limpieza y el aseo.

El agua dulce debe llegar no solamente a las zonas de aseo, sino también a cada una de las salas y unidades de la instalación, al objeto de poder ser utilizadas para la limpieza de tanques, recipientes, etc. Para facilitar estas tareas es necesario contar con un equipo generador de agua a presión, lo que facilitará en gran medida la limpieza de las paredes de los distintos tanques.

#### *2.6.5. Condiciones de Cultivo: Sistema de aire y oxigenación*

Para poder suministrar aire a cada una de las unidades de la instalación la empresa dispone de un sistema de aire forzado, generado por un equipo de electro soplantes que aportan un volumen y una presión de aire suficiente para abastecer las necesidades, del sistema de biofiltración y equipos auxiliares.

Al igual que en todas las fases del proceso en la maternidad, el aireado juega un papel crucial. Este proceso se utiliza en varias etapas clave, como en los colectores de huevos de los reproductores, en la incubación y en el cultivo larval. Un aireado adecuado asegura la oxigenación continua del agua y favorece el desarrollo saludable de los embriones y larvas, contribuyendo al mantenimiento de las condiciones ideales de la calidad del agua, como la temperatura, salinidad y pH, factores fundamentales para el éxito de la producción.

En nuestros sistemas, tenemos un sistema automático de oxigenación. A través de electroválvulas y los parámetros gestionados por el sistema SCADA, cuando se detecta un valor bajo de oxígeno en el agua de los tanques, el sistema, por seguridad, abre automáticamente una electroválvula para inyectar más oxígeno. Este sistema asegura de forma automatizada que los niveles de oxígeno se mantengan estables en todo momento. Además, contamos con alarmas para detectar valores demasiado altos o bajos, y

un monitoreo constante por parte de nuestro personal, lo que garantiza un control preciso y seguro de las condiciones del agua. La concentración de oxígeno en la salida de los tanques de cultivo no debe ser inferior al 80% de saturación en ningún de los casos o fases de cultivo.

#### 2.6.6. Condiciones de cultivo: Grupos electrógenos

En una instalación de este tipo, es absolutamente necesario que el suministro de energía eléctrica sea constante. Con el fin de prever posibles cortes en el suministro de energía eléctrica, la empresa dispone de varios grupos electrógenos capaces de suministrar la energía necesaria para el normal funcionamiento de las instalaciones.

Además, contamos con un almacenamiento de diésel para 48h, en caso de fallos continuados.

El consumo total de energía estimado para el correcto funcionamiento de las dos instalaciones sería de 3 500 000 KW/año.

Está contemplada en el proyecto la instalación de placas solares para reducir el coste energético y el impacto medioambiental.

#### 2.6.7. Condiciones de Cultivo: SCADA

El software de SCADA (Control y Adquisición de Datos Supervisados) es un sistema esencial para la monitorización y control de procesos en instalaciones complejas, como estas. El nuestro SCADA permite el monitoreo en tiempo real de parámetros esenciales como oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad, entre otros. También es posible mirar fallos de equipos, equipos en funcionamiento, o incluso cambiar de equipos de modo remoto. Esto es fundamental para garantizar que las condiciones del agua sean las óptimas para cada fase del cultivo, desde la incubación hasta el engorde.

El SCADA automatiza la gestión de variables críticas, como la oxigenación del agua. Por ejemplo, al detectar que los niveles de oxígeno han caído por debajo de un valor seguro, el sistema abre automáticamente las válvulas de oxígeno para restaurar las condiciones ideales, garantizando el bienestar de los animales.

Este tipo de control automatizado reduce la necesidad de intervención manual constante y minimiza los errores humanos, resultando en un proceso más eficiente y seguro.

La configuración de alarmas programadas en el SCADA es una medida de seguridad clave. Las alarmas para parámetros fuera del rango ideal, como temperatura elevada o bajo nivel de oxígeno, permiten una respuesta inmediata, ya sea mediante una acción automatizada o por parte del personal.

Esto asegura que la instalación responda rápidamente a cualquier anomalía, evitando daños a la producción y garantizando la seguridad operativa.

Además, al mejorar la eficiencia del sistema, el SCADA reduce los costos operativos, como el consumo excesivo de energía y el uso innecesario de tratamientos químicos, como la adición de oxígeno.

El SCADA también es capaz de almacenar datos históricos, lo que resulta esencial para análisis futuros. Esto permite hacer un seguimiento del desempeño de diferentes lotes de peces y identificar patrones de comportamiento relacionados con la salud y el crecimiento.

Además, los datos pueden ser utilizados para auditorías de calidad, cumplimiento de regulaciones ambientales o para ajustar las estrategias de alimentación y manejo.

El SCADA puede ser integrado con otros sistemas de la instalación, como los de control de alimentación automática o software de gestión de producción, proporcionando una visión integral y coordinada de todos los aspectos operacionales de la producción.

Nuestro SCADA es diseñado según nuestras necesidades y además, se puede añadir o cambiar lo que veamos durante el proceso de producción.

### 2.7 Procedimientos de Funcionamiento en Caso de Emergencia

La seguridad de los trabajadores, las instalaciones y los organismos cultivados es esencial para el buen funcionamiento de una unidad de acuicultura. Para garantizar una respuesta eficaz en situaciones de emergencia, se deben seguir los siguientes procedimientos:

#### Identificación de Posibles Emergencias

Las principales situaciones de emergencia que pueden ocurrir incluyen:

- Fallas en el sistema de oxigenación (bajada de nivel de agua, problemas en el suministro de oxígeno);
- Fallas energéticas;
- Fuga de O<sub>3</sub>;
- Fallo en el suministro de agua de proceso;

- Derrame de productos químicos
- Incendios y explosiones
- Fallo en Producto final

### 2.7.1. Plan de Respuesta Inmediata

#### A. Alarmas y Comunicación

Como explicado antes, disponemos de sistemas SCADA, onde nos da todas las alarmas de todos los equipos principales. También disponemos de mediciones continuas de todos los parámetros, presiones y equipos más importantes. Cualquier emergencia debe ser comunicada inmediatamente al supervisor o responsable de seguridad. Se deben activar los procedimientos de emergencia para alertar a todo el equipo.

#### B. Medidas para cada tipo de emergencia

**Fallo en el sistema de oxigenación:** Nuestro sistema de oxigenación funciona por gravedad, entonces, si tenemos agua para os peces, viene oxigenada. Aun que así tenemos contemplado hacer un difusor de oxígeno en cada tanque para casos de fallo de suministro de agua oxigenada. Monitorizar los niveles de oxígeno en el agua.

**Fallas energéticas:** En caso de fallo energético por variadas situaciones que pueden ocurrir, tenemos un grupo electrógeno que arranca automáticamente en caso de fallo de corriente externa. Este grupo funciona con diésel. En este caso también tenemos asegurado el fornecimiento por parte de nuestro suministrador Repsol.

**Fuga de O3:** Vamos a disponer de un detector de O3 en la sala de los generadores, en caso de fuga, para el equipo. También vamos a disponer de un equipo manual para mediciones ocasionales fuera de la sala de O3-.

**Fallo en el suministro de agua de proceso:** En todos los equipos, disponemos siempre de repuestos y en caso de las bombas de captación no es excepción. Tenemos 3 bombas, cada una con capacidad de abastecer toda la planta en caso de avería en alguna de ellas. EN una situación más grave de una parada general de las bombas, disponemos de un tanque reserva con capacidad de 1300m3, que nos deja con una capacidad de reacción de aproximadamente 13h en trabajo normal y 26h bajando el consumo de agua. Así tenemos tiempo de intervención.

En el caso de se mantener el fallo después de 26h, seguimos con el O2 en cada tanque o en el sistema para mantener las funciones normales de la instalación.

**Derrame de productos químicos:** Aislar el área afectada, utilizar EPP (Equipos de Protección Personal) y seguir los protocolos de contención y limpieza que siempre incluye un gestor autorizado para el efecto.

**Incendios:** Disponemos de un plan contraincendios, con salidas de emergencia, extintores y alarma general con comunicación a las entidades responsables.

**Fallo en el Producto final:** Tenemos un protocolo interno de actuación en caso de algún tipo de fallo con el producto final. Accionamos el departamento de calidad y salud interno y todos los medios que hagan falta.

### 2.7.2. Coordinación y Evaluación

Todo el personal debe recibir formación periódica sobre los protocolos de emergencia.

Se deben realizar simulacros para evaluar la eficacia de la respuesta y mejorar los procedimientos.

Después de cada emergencia, se debe realizar un informe detallado con acciones correctivas para evitar incidentes futuros.

El cumplimiento de estos procedimientos garantiza la seguridad de los trabajadores y la sostenibilidad de la producción acuícola.

### 2.7.3. Formación del Personal

Según el Plan de Formación Interno, todo el personal de AQUACRÍA LAFIGAL, debe ser consciente de su papel y responsabilidad en la protección del producto contra la contaminación y el deterioro, para mantener en todo momento las condiciones necesarias de seguridad alimentaria y bioseguridad.

Los manipuladores de los animales vivos deben tener conocimientos y ser capaces de hacerlo en condiciones que garanticen las condiciones de bienestar animal en todo momento.

Los equipos de mantenimiento, a su vez, deben tener una formación en higiene alimentaria, ya que es de fundamental importancia.

La manipulación de los distintos productos de limpieza fuertes u otros productos químicos potencialmente peligrosos deben realizarse en las condiciones de seguridad adecuadas para mantener la seguridad de las personas y el medio ambiente, para ello se tendrán que recibir instrucciones sobre técnicas de manipulación segura.

Todos los empleados de AQUACRÍA LAFIGAL, deberán recibir o deberán tener en su haber, la siguiente formación para poder desempeñar su actividad dentro de la empresa:

- Curso de manipulador de Alimentos.
- Curso de Prevención de riesgos laborales (PRL).
- Jornada informativa de los planes de Buenas Prácticas de manipulación (BPM) y Buenas Prácticas de fabricación (BPF).

Para los nuevos trabajadores que se incorporen a la empresa, se aplicará la siguiente tabla:

TRABAJADORES DE NUEVA INCORPORACIÓN					
Descripción de la formación	Empleados afectados	Frecuencia	Tipo de Formación	Impartido por	Modalidad de la formación
Formación de Manipulador de alimentos	Empleados manipuladores de producto	Previa incorporación al puesto de trabajo	Externa/Interna	Empresa externa/interna	Presencial / Online
Curso de PRL	Todos los empleados	Con la incorporación al puesto de trabajo	Externa	Empresa externa	Presencial / Online
Jornada informativa de las BPM y BPF	Todos los empleados	Previa incorporación al puesto de trabajo	Interna	Responsable de Calidad	Presencial / Online
Formación de Carretillero	Personal que vaya a usar carretilla	Previa incorporación al puesto de trabajo	Externa	Empresa Externa	Presencial
Conceptos <u>Específicos</u> Alimentación Acuicultura	Todos los empleados	Previa incorporación al puesto de trabajo	Interna	Responsable de Calidad	Presencial

Tabla 3: Formación de trabajadores de nueva incorporación

Además de integrar dentro de la plantilla al nuevo trabajador/a, con esta mínima formación previa a su incorporación, este/a estará sometido a un periodo de formación inicial obligatoria, preparatorio para que posea las capacidades y se integre de una forma satisfactoria dentro de SEAEIGHT, conociendo y aplicando los principios del Razón, Valores, Misión, Objetivo, Filosofía interno.

### 3. Emplazamiento y ubicación

SEA EIGHT considera que el puerto de El Musel es un enclave con enorme atractivo para implantar su actividad. Numerosos factores refuerzan esta idea, desde la calidad del agua hasta la localización geográfica, sin olvidar las infraestructuras existentes.

De hecho, observamos un enorme potencial en la recuperación de lo edificio de la antigua nave Cetárea el Rinconin existente, y planteamos la posibilidad de aprovechar gran parte de este complejo. Se sitúa en la zona dedicada a Concesiones al Sector Pesquero del Puerto de El Musel, en el término municipal de Gijón, Principado de Asturias. El objetivo es doble: por un lado, logramos abaratar los costes de una implantación *ex nuevo* y, por otro, recuperamos el edificio en un ejemplo a seguir de transformación y recuperación de una instalación industrial en desuso en un centro de producción sostenible y moderno. Además, considerando la buena calidad y condiciones de preservación de la nave, no se contempla ninguna extensión de la zona de dominio público portuario a ocupar.



Figura 8: Exterior de la planta de Rinconin

#### 3.1 Características generales de la ubicación

El área seleccionada es una parcela sita en el Puerto El Musel - Gijón.

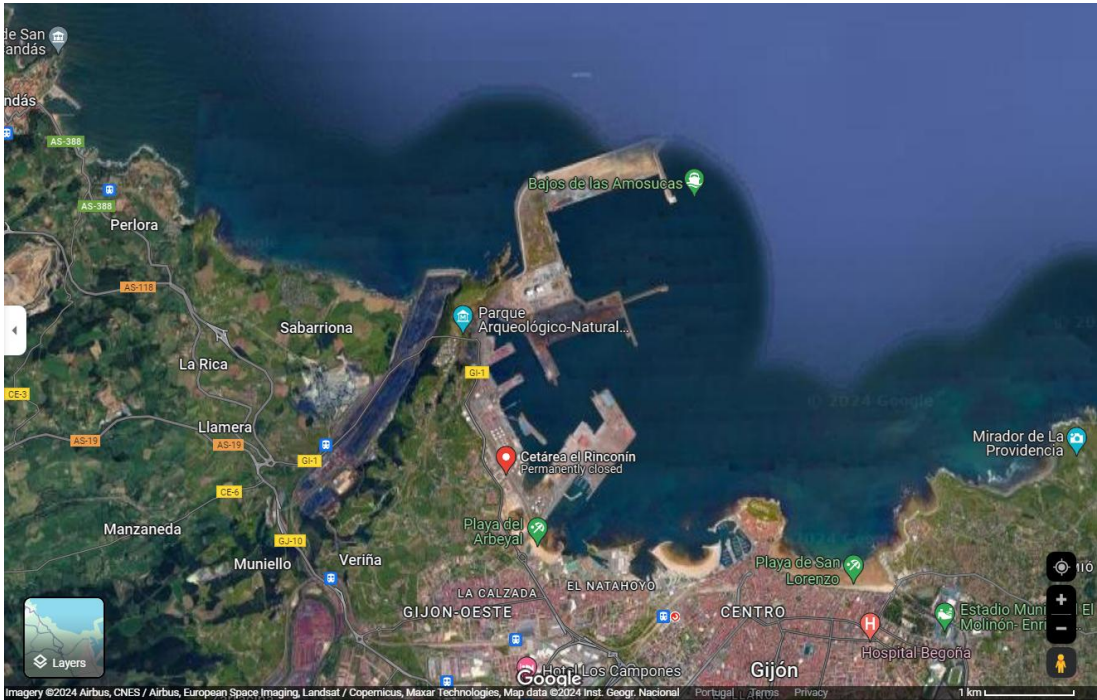


Figura 9: Ubicación de la antigua nave Cetárea el Rinconin.

El puerto de Gijón es uno de los principales puertos marítimos del Arco Atlántico y el puerto líder en el movimiento de graneles sólidos de España. Comprende las actividades comerciales, náutico-deportivas, turísticas, pesqueras y astilleros que engloban una extensa franja marítima terrestre que va desde el actual puerto deportivo de la ciudad (antiguo puerto local), al Musel y zona de abono.



El puerto local acogió en exclusividad la actividad portuaria hasta 1907, año en el que se inician la explotación comercial de El Musel, principalmente, con las exportaciones de mineral y de hierro y carbón. Sucesivamente el puerto se iría ampliando en sus espigones y muelles convirtiéndose en los años cuarenta en el principal puerto español en movimiento de tráficos.

Actualmente, el Puerto de Gijón es el principal puerto granelero de España y uno de los más importantes del todo el Arco Atlántico, gracias, sobre todo, a las importaciones de carbón y mineral de hierro, procedentes de países como Estados Unidos de Norteamérica, Brasil, Rusia, Canadá destinados a la siderurgia y centrales térmicas. También a los desembarques de graneles líquidos, así como, dentro de una amplia variedad de productos a los embarques de cemento y tráfico de mercancía general, representada sobre todo por el transporte de contenedores.

Una de las principales expansiones del puerto tuvo lugar entre el 2005 y 2010 con la construcción en El Musel, del Proyecto de Ampliación, que partiendo del Cabo Torres ha permitido ganar 170 hectáreas de terreno y 175 hectáreas de aguas remansadas, duplicando aproximadamente, lo que se había venido realizando desde 1892-1893, y al mismo tiempo ampliando los calados hasta más de 23 metros de profundidad.

La evolución del Puerto de Gijón ha sido una constante los últimos años en sus diferentes servicios, equipamientos y vertientes comerciales, uniendo a las tradicionales prestaciones, las pesqueras, características, deportivas, sin olvidar la construcción de barcos (astilleros).

Tal como se representa en planos en el anteproyecto, la ubicación de este aprovechamiento en estudio se situará en una parcela existente. La edificación proyectada ocupará una superficie total de 2.435 m<sup>2</sup>, aproximadamente. La distribución de la nueva edificación es el resultado de realizar una previsión adecuada para el uso al que se destinará la nave. Se desarrolla un diseño de esta, en la que se tendrá en cuenta que todos los procesos de la actividad a desarrollar se encuentren localizados de tal manera, que no se interfieran entre sí, procurando su interrelación, y con ello facilitar el movimiento diario de los operarios, aumentando la productividad, el espacio de acceso y manipulación de la maquinaria y productos.

De forma general y en base al análisis realizado sobre las necesidades para el desarrollo de la actividad, con la edificación objeto del presente anteproyecto, la construcción presentará una forma básicamente rectangular, que se distribuirá en dos niveles en la edificación principal y tres alturas en la nave auxiliar, todos sobre rasante. Se dispondrán diversos accesos directos. Su ocupación en la parcela es de 2.435 m<sup>2</sup>, restando 1.442 m<sup>2</sup> para urbanización.

### 3.2 Características hidrológicas de la zona

En términos generales la ubicación de instalaciones de cultivos de peces está condicionada por la calidad del agua, exenta de contaminación química y urbana, así como de factores fisicoquímicos que deben estar situados dentro de los márgenes de tolerancia de la especie a cultivar. Factores climáticos y fisicoquímicos especialmente vientos, lluvia, y oxígeno disuelto suelen ser muy variables e inciden negativamente en el desarrollo del pez cultivado pues son causa de situaciones de stress. Los análisis más recientes de la calidad del agua en el puerto de El Musel (Tabla 4), muestra que la calidad del agua dentro del puerto es buena a nivel biológico y también a nivel fisicoquímico (Tabla 5).

Parámetro	Unidad	pleamar	bajamar	pleamar	bajamar	pleamar	bajamar
Coliformes fecales	u.f.c./100mL	0	3	0	8	0	1
Coliformes totales	u.f.c./100mL	4	6	10	14	3	3
Escherichia coli	u.f.c./100mL	0	3	0	4	0	0
Estreptococos fecales	u.f.c./100mL	1	1	0	4	0	2

Tabla 4: Estudio de la calidad del agua en el puerto de El Musel, muestra que la calidad del agua dentro del puerto a nivel biológico. Realizadas por el laboratorio con acreditación ENAC nº 109/LE285.

Parámetro	Unidad						
Transparencia	m	5,5					
Temperatura	°C	13	13	13	19,72	19,59	19,3
Saturación de Oxígeno	% O2	99,9	99,2	99,8	90,7	90,7	84,6
Oxígeno Disuelto	mg O2/l	8,3	8,3	8,3	6,62	6,85	6,25
Conductividad	mS/cm a 25 °C	52,03	5207%	5208%	5812%	5811%	5825%
Salinidad	psu	37,01	37,04	37,03	38,88	38,88	38,98
Potencial redox	mV	163	140	189	299	302	297
Ph	Unidades de pH a 25 °C	8,01	8,02	8,01	7,95	7,96	7,95
Turbidez	U.N.T	0,66	0,65	<0.30	0,54	1,3	0,87
Nitratos	mg NO3-/l	0,11	0,05	0,05	0,06	0,13	0,07
Nitritos	mg NO2-/l	<0.010	0,017	0,011	<0.010	<0.010	<0.010
Clorofila a	µg/l	0,6	0,55	0,6	0,77	0,76	0,78
Sólidos en suspensión	mg/l	18	15	16	2,7	2,5	3,1
Fosfatos	mg PO43-/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Amonio	mg NH4/l	0,081	0,078	0,091	<0.050	<0.050	<0.050

Tabla 5: Estudio de la calidad del agua en el puerto de El Musel

El estudio anual de masas de agua en Asturias que realiza el Gobierno de Asturias muestra que a nivel ecológico y químico la zona del Puerto el Musel tiene aguas de calidad Buena.

#### 4. Captación y Vertido

Las necesidades de captación de agua para el criadero son 150 m<sup>3</sup>/h. con la consecuente emisión del mismo volumen.

Tal y como se explica en mayor detalle en el anteproyecto de ingeniería se prevé usar los tubos de captación de agua al mar. Además de esto, se tiene planteado comunicar captación entre las naves de engorde y la nave de hatchery, de forma a asegurar el continuo abastecimiento a todos nuestros procesos. Todo esto, siempre controlado y con todas debidas medidas de seguridad. Cuanto a vertido se va a utilizar el mismo punto de vertido existente en la Nave de engorde actual en funcionamiento. Estará planteado la unión de todos los puntos de vertido y llevar a una solo zona, minimizando así el impacto que podría tener más que un punto de vertido.

El diseño propuesto por SEA EIGHT busca alcanzar la máxima calidad del efluente devuelto al mar, utilizando para ello un sistema de tratamiento de aguas que permita que el agua devuelta presente la misma calidad que el agua captada.

Este tratamiento incluirá un sistema de limpieza de sólidos y biológico, de manera que toda el agua que se devuelva al mar tenga la misma calidad que la captada.

El principio de funcionamiento del sistema de limpieza de sólidos es el siguiente: Toda el agua que pasa por los filtros mecánicos va a un pozo de bombeo. Luego se bombea al serpentín de floculación, donde, a través de dosificadores, se añade coagulante y floculante. Después, el agua con los sólidos en suspensión floculada entra en el filtro de banda para eliminar esos sólidos. Al final, a través de una bomba, los lodos se extraen hacia un contenedor que es gestionado por un gestor autorizado.

En el tratamiento de sólidos (lodos), el compost será secado y, idealmente, recogido para su uso como fertilizante.

Los lodos generados en una acuicultura pueden ser reutilizados como fertilizante natural, ya que contienen nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y materia orgánica. Su aplicación en la agricultura o en la mejora de suelos puede contribuir a aumentar la fertilidad del terreno, reducir la necesidad de fertilizantes químicos y promover una gestión más sostenible de los residuos de la acuicultura. Además, su uso adecuado puede mejorar la retención de agua en el suelo y favorecer el crecimiento de los cultivos.