

DISEÑO DE UN SEMILLERO DE OSTRA PLANA EUROPEA PARA SUMINISTRO EN BATEAS

Alejandro Martínez González

Juan Manzano Juárez

Miguel Jover Cerdá

E. T. S.I Agronómica y del Medio Natural, Universitat Politècnica València

ABSTRACT

Oyster breeding in the wild struggles with a number of problems that reduce production, such as diseases, seasonal dependence etc. Breeding oysters in a nursery is a promising alternative but its absence makes that the whole seed has to be imported. This project is aimed at obtaining flat oyster seed to supply the trays in all Spain. Seed production is continuous and disease-free, generating an economic alternative that creates employment (33 direct jobs) combined with the sustainable production of shellfish. The production will be a total of $122 \cdot 10^5$ seeds of 5 mm, using a total area of 2700 m². The layout and organization of the various phases of the process is novel to achieve greater efficiency and improve final yield. The feeding of the seed is performed through a system of continuous production of phytoplankton using turbidostats; improved to accommodate automation system saves about 20% of lighting needs and extra production to be integrated. It is sustainable because the heat required to heat the water comes from the combustion of pellets and is designed to integrate into the building landscape.

Keywords: *oyster;nursery;phytoplankton*

RESUMEN

Actualmente la cría de ostra en el medio natural está condicionada por una serie de problemas que merman su producción como son las enfermedades y su dependencia estacional. La alternativa son los semilleros pero su falta hace que toda la semilla sea importada. Este proyecto está destinado a la obtención de semilla de ostra plana para abastecer a las bateas de toda España. La producción de semilla será en continuo y libre de enfermedades, generando una alternativa económica, de empleo (33 puestos de trabajo directos) y sostenible a la producción de moluscos. La producción total será de $122 \cdot 10^5$ de semillas de 5 mm, empleando una superficie total de 2700 m². La disposición y la organización de las distintas fases del proceso es novedosa para conseguir una mayor eficiencia y mejorar el rendimiento final. La alimentación de la semilla se realiza mediante un sistema de producción en continuo de fitoplancton empleando turbidostatos; mejorado al adaptarle un sistema de automatización que ahorra aproximadamente un 20% de las necesidades lumínicas y sobrecostes de producción al estar integrado. Es sostenible puesto que el calor necesario para climatizar el agua proviene de la combustión de pellets y se diseña el edificio para integrarlo paisajísticamente.

Palabras clave: *ostra;semillero;fitoplancton*

1. Antecedentes

Actualmente, El cultivo de bivalvos en España se concentra principalmente en la comunidad autónoma de Galicia, siendo el mejillón su especie más cultivada. Debido a este

monocultivo, el precio del mejillón ha descendido en los últimos años haciendo complicada la viabilidad de las explotaciones, lo que compromete el futuro de las zonas marisqueras donde una gran parte de la población vive directa o indirectamente del mar.

La alternativa es el cultivo de otras especies como la ostra plana. La cría de ostra plana se realizó en el pasado llegando a concentrar el 34% del cultivo de bivalvos durante los años 90, aunque el último dato publicado por INE 2007 refleja que el porcentaje se sitúa en torno al 0.02%. En la **Tabla 1** se puede observar la evolución de los diferentes cultivos de moluscos:

	2001(Tn)	2002(Tn)	2003(Tn)	2004(Tn)	2005(Tn)	2006(Tn)	2007(Tn)
MOLUSCOS	256518.2	268986.7	254666.76	302180.34	215720.34	308682.33	220916.45
Mejillón	245985.5	259977.0	248826.51	294826.19	209314.7	301865.87	212646.71
Almejas	4158.3	1728.5	1741.75	2234.05	1907.73	1505.98	1983.99
Ostras	4565.0	4917.8	3116.74	4043.67	3959.88	4787.86	5127.18
Escupíña	0.8	1.0	1.94	1.5	1.65	4.35	0.6
Pectínidos	109.8	2.2	..	..	..	0.36	0.38
Berberecho	1567.6	2270.9	969.58	1062.25	520.58	507.16	1132.76
Coquina	102.3	49.7	..	..	..	..	..
Chirla	14.3	22.9	..	..	..	..	..
Pulpo	14.6	16.7	10.24	12.66	15.8	10.71	24.66
Navaja	..	..	..	0.02	..	0.04	0.17

Tabla 1: Producción acuícola marina en 2001-2007 en toneladas, Jacumar, 2007

La disminución del cultivo de la ostra plana se debió a los siguientes factores (MMAMRM, 2009):

- Estructura industrial atomizada con monopsonio entre productores y depuradoras
- Importación de semillas por falta de tecnología e investigación
- Competencia con mariscadores y el sector mejillonero más productivo
- Baja demanda interna
- Enfermedades como *Marteilia refrigens* y *Bonamia ostreae*
- Dependencia estacional

2. Objetivos

El objetivo principal es presentar la metodología de diseño de una instalación para el suministro de semilla de ostra plana a bateas, para ello el presente trabajo se asienta en el diseño de una instalación para cubrir la producción actual de 5000 toneladas por año y generar una alternativa económica y laboral al sector marisquero.

La instalación producirá anualmente 122,5 millones de semillas de ostra plana de 5 mm, libre de enfermedades y sin dependencia estacional al dotarse de la tecnología necesaria para generar las condiciones idóneas para el crecimiento del molusco durante todo el año.

La instalación será sostenible medioambientalmente hablando y encajará con el entorno marino reduciendo su impacto ambiental. La eficacia del semillero se consigue por la reducción del tiempo de cría de la ostra de dos años en el medio natural a un año y tres meses aproximadamente. Con lo cual se obtienen mejores rendimientos productividad.

3. Metodología y caso de estudio

El siguiente desarrollo de organización se propone para la cría de ostra plana en una instalación cerrada, pero el protocolo de diseño propuesto puede ser utilizado, con las oportunas adaptaciones, para cualquier cría de molusco.

Previamente al diseño en si mismo se debe tener clara la zona a ubicar la instalación. La localización requiere un estudio exhaustivo de los parámetros biológicos necesarios (temperatura, salinidad, pH, etc) y situar las principales zonas donde se va a suministrar la semilla. Además, este tipo de instalaciones es necesario colocarlas en zonas a cubierto del mar abierto, por tanto la mejor ubicación suele ser una ría.

3.1. Planteamiento inicial

El objetivo de producción inicial planteado requiere de una serie de toma de decisiones, puesto que en función de éstas estará relacionado el tamaño y la operativa de la instalación. Se pueden tomar básicamente dos decisiones:

- **Lote único:** Presenta ventajas en cuanto a poder ajustar la producción al momento óptimo de cría en el mar o un momento de previsión de precio alto de la semilla, sin embargo este modelo presenta problemas para producciones elevadas, puesto que requiere de tamaños de instalación grandes lo que hace que el proyecto se encarezca exponencialmente y dificulte la operativa. Si dentro de la cría existe más de una fase a ubicar, siempre existirán fases paradas dentro de la industria, lo que es inviable económicamente para una empresa ya que el personal especializado trabajaría solo en momentos puntuales.
- **Más de un Lote:** La principal ventaja es que se permite una operativa óptima de la planta al ser utilizada todo el año. Sin embargo, se debe hacer una planificación inicial más exhaustiva debido a posibles solapes y se debe contar con los problemas de adaptabilidad de la semilla al medio marino externo en los meses de invierno.

Teniendo en cuenta estas dos posibilidades se opta, en el proyecto desarrollado, por establecer lotes mensuales. En este caso, el tamaño de instalación con un único lote anual es inviable debido a que se debe producir un anual de **122,5** millones de semillas. Por tanto se reparten en 12 lotes de 10,2 millones de semillas.

FASE	DURACIÓN FASE	MORTALIDAD
REPRODUCTORES	2 meses	-
LARVAS	15 días	50%
METAMORFOSIS	2 días	50%
POSTLARVA	15 días	30%
SEMILLA	57 días	30%

Tabla 2: Parámetros zootécnicos para la cría de la ostra plana (Beaz, 2007)

Con la información obtenida de la **Tabla 2** se procede a realizar siempre el calendario productivo, donde se observará si existen solapes en alguna de las fases. En rojo larvas, en amarillo postlarvas y en verde semillero.



Figura 1: Calendario productivo (Elaboración propia)

Para el caso particular de la cría de ostra se observa un solape de 30 días en fase de semillero.

3.2. Diseño y organización

Una vez se ha obtenido el calendario productivo, se debe proceder a la planificación y organización de los elementos que van a componer la instalación, siempre siguiendo las necesidades de cada especie. Para el caso particular de la ostra plana, se requiere las necesidades expuestas en la siguiente tabla, según el tipo de fase a disponer dentro de la instalación.

FASE	FITOPLANC.	DENSIDAD	TEMP	AGUA	O ₂
REPRODUCTORES	3% peso seco	6 litros/reprd	22°C	1 l/h·reproducto	-----
LARVAS	19200 Cél/d·larva	2500 Lar/litro	19-20°C	1 Ren/ 2 días	200 l O ₂ /h
POSTLARVA	0.4 mg al/mg Bm	1200 postlar/l	19-20°C	1 Ren/ 2 días	3.5 kg O ₂ /kg alg
SEMILLA	0.2 mg al/mg Bm	22 semillas/cm ²	25°C	1 Ren diaria	3.5 kg O ₂ /kg alg
FITOPLANCTON	----	----		19 m ³ /día	1 l/h·lfitopla

Tabla 3: Necesidades de insumos por fase en ostra plana (Elaboración propia). Nota: La fase de metamorfosis se elimina porque se considera fin de fase de las larvas

La tabla de parámetros necesarios variará con la especie y no existen registros concretos y específicos, por lo tanto lo primero es recopilar la información teórica disponible en la bibliografía (Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, Cuadernos de la Xunta de Galicia, Fundación Oesa, Jacumar) para establecer estos parámetros de diseño.

Disponiendo de estos parámetros se debe comenzar con la toma de decisiones para empezar el diseño. Dentro de éstos hay que determinar cuáles son intocables para el correcto crecimiento de la especie y cuales se pueden modificar parcialmente por necesidades de diseño y ubicación.

En el caso de los moluscos, las densidades, temperaturas y caudal de oxígeno son no modificables puesto que si se varía uno de estos parámetros se compromete gravemente la productividad al generarse mayores mortandades. Sin embargo, se puede tener un mayor margen con el suministro de alimento y los caudales de agua necesarios pudiéndolos modificar y ajustándolos según la velocidad de crecimiento que deseemos o porque, por ejemplo, tengamos dificultades para poder ubicar el invernadero.

Una vez fijados los parámetros, se deben de estudiar las interacciones entre las distintas fases. Para este caso particular, los reproductores deben de estar en una sala separada del resto, pero a su vez cercanos a los tanques donde se tendrán que ubicar las larvas. Las larvas y las postlarvas deberán ir lo más cerca posible para mejorar el manejo y la productividad. La fase de semillero debe de estar cerca de la de postlarvas y cercana a algún portón de salida de la nave puesto que es el producto final. Por último, el invernadero, donde se generará el fitoplancton, debe estar cercano a todas las fases y en orientación sur. Este tipo de instalaciones necesitan un laboratorio y vestuarios que por condiciones higiénico-sanitarias no pueden ser ubicados con los demás elementos.

Una vez estudiadas las interacciones se debe decidir la compartimentación y si es necesario plantear edificaciones distintas. Para el diseño se utilizaron matrices DAFO, aunque se puede usar cualquier otra metodología de apoyo a la toma de decisiones. La fase de compartimentación del proyecto se puede considerar crítica puesto que de la disposición elegida va a depender la estructura, canalizaciones, etc.; volver a reubicar nuevas instancias o no tener claro si las restricciones están bien hechas puede suponer pérdidas de trabajo de meses.

Para este proyecto, se decidió plantear la instalación en dos edificios separados estructural y funcionalmente. Las fases se ubicarán en la llamada zona húmeda en una nave metálica con gran amplitud de luz para movimiento de maquinaria, ruidos, limpieza con detergentes especiales, etc. En cuanto a la zona seca, por el tipo de instalaciones que va a albergar (vestuarios, laboratorios y oficinas), se realizará en hormigón armado. En la **Figura 2** se muestra la disposición en planta final consecuencia de de un proceso iterativo de análisis de la solución.

3.3. Diseño de las instalaciones

3.3.1. Instalación de obra civil

En lo referente a la obra civil, cabe destacar que la elección o el diseño de la acometida general de agua salada desde el mar a la instalación va a adquirir especial importancia, puesto que ésta puede llegar a representar el 20% del coste total del semillero. Por tanto, tras diversos análisis se llegó a la conclusión de captar el agua del mar por vía de un pantalán flotante puesto que era la alternativa más económica y la que causaba menos impacto ambiental. Se desestimó el pozo marino y la excavación de conducciones subterráneas.

La instalación, contará con dos bombas sumergidas que estarán sujetas por un pantalán flotante, que oscilará con las mareas. De esta forma, se garantiza que las bombas siempre estén bajo la superficie del agua y no queden al descubierto por bajadas bruscas de las mareas. El pantalán, se sujetará mediante un fiador de acero y la conducción ascenderá por él, hasta llegar a la costa, donde será enterrada bajo tubo en zanja de 50 cm de profundidad para evitar daños mecánicos o sabotajes.

3.3.2. Instalación hidráulica

La instalación hidráulica en este tipo de instalaciones adquiere una importancia relevante, no en cuanto a los caudales requeridos pero si en lo que se refiere a otros elementos que componen la instalación. En primer lugar, se tienen las necesidades de filtración que en muchos casos es por fase. En segundo lugar, se deben disponer de depósitos de reserva puesto que se trabaja con seres vivos y un corte en el suministro provocaría graves pérdidas. Por último, se deben colocar elementos especiales como pueden ser los *Skimmers* para eliminar la materia orgánica en el agua marina, los circuitos con lámparas ultravioletas para eliminar patógenos al trabajar en fases iniciales con células microscópicas y un sistema de calefacción para adecuar en cada momento la temperatura óptima del ciclo. Todas estas variables se tuvieron en cuenta para el diseño de la fase hidráulica del semillero.

La conducción procedente de la zanja, conectará con los depósitos de cabecera, que aseguran la autonomía durante al menos 24 horas. De dichos depósitos, partirán dos conducciones, una a cada bomba, asegurando así un suministro continuo de caudal aunque una de las dos bombas se averíe. De dichas bombas, parte otra conducción, que conectará con una batería de dos filtros de arena, que filtrarán el agua hasta las 40 μ . Los filtros conectarán con una batería de *skimmers*, y éstos conectarán con otra batería de filtros de 10 μ ; estos descargarán en otro depósito, que actuará como una reserva de agua filtrada a 10 μ con autonomía para 6 horas. Del depósito de agua de 10 μ , derivan tres conducciones:

La primera derivación, sale directamente del depósito a una bomba (ídem duplicada), la cual impulsa el agua hasta la sala de reproductores, a través de una conducción. Dicha conducción, a la entrada de la sala de reproductores, se divide para suministrar el caudal a cada una de las unidades de bandejas y a un termo instantáneo situado en una sala anexa (ver **Figura 2**. Sala de cuarentena).

La segunda derivación, conecta con una bomba (duplicada), la cual puede recorrer dos caminos, en función de la temperatura a la que se encuentre el depósito. Si la temperatura del depósito es inferior a la especificada, el agua a través de la apertura de una electroválvula, se conectará a un sistema de calefacción, si por el contrario la temperatura es óptima, se enviará directamente el agua a la fase de semillero.

La tercera derivación, conectará también a una bomba (duplicada), la cual llevará el agua a un filtro de 1 μ , y éste a su vez a un depósito que almacenará agua de 1 μ . A la salida de este depósito, se sitúan dos bombas, una suministrará agua a unos depósitos que alimentarán de agua a los turbidostatos de fitoplancton, y la otra bomba suministrará agua a los tanques de larvas y de postlarvas. Cabe mencionar que las dos bombas tendrán un *by-pass*, ya que por las características de manejo de las fases de cultivo a las que suministran agua, no es necesario un suministro en continuo, sino que es más bien en un corto intervalo. Este *by-pass* hace posible que una bomba actúe como reserva de la otra y viceversa, aumentándose la eficiencia de la instalación al ahorrarse la compra y mantenimiento de dos bombas más. La instalación cuenta por supuesto con válvulas de retención, manómetros, electroválvulas.

Para conseguir las temperaturas óptimas necesarias en las distintas fases es necesario diseñar un sistema de calefacción puesto que el agua de captación se encuentra a una temperatura inferior a la requerida. Este se ha diseñado con calderas de pellets considerando el gradiente de temperaturas pésimo. Las calderas son regulables en potencia térmica para ajustarse a la demanda calorífica de agua en cada momento dependiente exclusivamente de la fase de semillas. Se han dispuesto 4 calderas (3+1 reserva) que suministran una potencia de calor a pleno rendimiento de 180 kW. Lo novedoso dentro del sistema de calefacción es el combustible empleado: **Pellets Blancos**. Tienen las siguientes ventajas: Elevada potencia calorífica (19 MJ/kg), alta eficiencia (93%), más económicos que el carbón, no contaminantes, facilidad administrativa y de suministro.

Gracias al uso del pellet blanco, se aúnan dos temas que no siempre van juntos sostenibilidad ambiental y sostenibilidad económica. Sin embargo, para llevar esto a cabo se debe tener en cuenta que la zona donde se va a ubicar sea maderera o trabaje con industrias de residuos madereros, puesto que el combustible es competitivo para radios de entre 35 a 50 km. Se deberá tener en cuenta que para almacenar el combustible es necesario desarrollar silos en el interior de la nave (**Figura 2**) y que el pellet genera cenizas que deberán ser retiradas periódicamente.

3.3.3. Instalación de fitoplancton

La instalación de fitoplancton servirá para abastecer de microalgas a las distintas fases de cría. En la **Figura 2** se puede observar la localización en la fachada sur de la nave del invernadero donde irán alojados todos los elementos de los que se compone la instalación.

El diseño de una instalación completa de fitoplancton es complejo puesto que se trabaja con seres vivos a nivel microcelular, los cuales tienen unos requerimientos específicos. En la fase de diseño y organización se debe decidir si se va a comprar las cepas a otras empresas o bien se va a disponer de un laboratorio para generar las cepas dentro de la instalación. La primera es económica en el corto plazo puesto no hay que diseñar un laboratorio específico ni disponer de técnicos repicando cepas para los cultivos, sin embargo para instalaciones de este tamaño es más económica la segunda opción puesto que generar cepas es económico si se dispone de los medios y para cultivos a gran escala, los propios técnicos se pueden encargar de fases sucesivas. Por tanto, se decide construir un laboratorio donde se desarrollarán las siguientes fases de cultivo:

- Repique de cepas
- Cultivo en reactores de 5 litros

Los técnicos de laboratorio repicaran las cepas mensualmente de las especies elegidas:

Especies	Volumen celular medio (μm^3)	Peso orgánico (μg por millón de células)	Lípidos %	Densidad de cosecha cel/ μl	Tipo de plancton
<i>Isocchrysis Galvana</i>	40-50	19-24	20-24	15000	Flagelado
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	35	7	17	22000	Diatomea
<i>Tetraselmis Suecica</i>	300	200	6	2000	Flagelado

Tabla 4: Características de las especies de fitoplancton utilizadas (FAO, 2006)

El siguiente paso es iniciar las dos fases de cultivo para obtener unos rendimientos de fitoplancton a gran escala. La fase de fitoplancton destaca por su singularidad biotecnológica específica, su integración en el conjunto y la sensibilidad con la que se debe llevar a cabo el proceso:

A. Fase de reactores

La fase de reactores consiste en multiplicar la cepa de la especie desde 50 ml hasta conseguir 4 litros dentro de un matraz de ebullición (Reactor) a una densidad de cosecha óptima especificada en la **Tabla 4**. Para ello, los reactores deberán ser ubicados dentro del laboratorio en incubadoras especiales con una temperatura entre 18°-22° y 15000 lux. Tras 7 días la densidad es alcanzada, iniciándose la fase en turbidostatos.

B. Fase de turbidostatos

La fase de turbidostatos tendrá lugar en el interior del invernadero. Pero, ¿qué es un turbidostato y cuál es su principio de funcionamiento?

Un **turbidostato**, consiste en un cilindro de fibra de vidrio transparente de 80 litros, sujeto por una estructura metálica. Tiene un diámetro de 30 cm y una altura de 1.2 metros. Dispone de los siguientes elementos accesorios: un fotorresistor, un relé, un equipo de lámparas fluorescentes sumergidas de funcionamiento en frío, un inyector de CO₂ y una bomba peristáltica. En su funcionamiento, la luz que incide sobre el fotorresistor, después de penetrar en el cultivo, varía según la densidad de células. Conforme aumenta la densidad celular, disminuye la transmisión de la luz a través del cultivo, aumentando el valor de la fotorresistencia. Dicha señal, llega al relé sensor de resistencias (RSR), programado para activar una bomba peristáltica, cuando se alcanza un valor de resistencia conocido para la densidad de cosecha óptima (PHCD). Cuando este valor se alcanza, la bomba peristáltica suministra agua al turbidostato, desplazando un volumen igual de cultivo a un recipiente receptor. Al entrar agua la densidad de cosecha empieza a bajar y el cultivo permite una mayor transmisión de la luz. El resistor detecta la bajada y a cierto valor de fotorresistencia el RSR desconecta la bomba peristáltica. Iniciándose de nuevo el ciclo. La **Figura 3** muestra un esquema de un turbidostato:

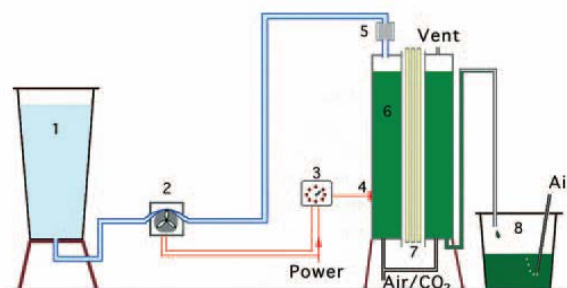


Figura 3: Esquema de un sistema de cultivo continuo de agua de mar; 2: bomba peristáltica; 3: relé sensor de resistencias (50 a 5 000 ohm); 4: fotorresistor (ORP 12); 5: filtro de cartucho (0,45 µm); 6: recipiente del cultivo (volumen de 80 l); 7: lámparas de 80W (sumergidas); 8: tanque recolector de cosecha. (FAO, 2006)

«turbidostato

La fase de turbidostato consta de dos estadios:

El **estadio estacionario**: El turbidostato actúa únicamente como bolsa receptora y no existe ni entrada de agua de mar ni salida de microalgas. Éste se rellena con agua marina y se vierte el contenido de uno de los reactores. La PHCD es diferente en cada una de las especies. Normalmente este estadio dura entre 7 y 10 días. Después de que la PHCD se haya alcanzado, se comenzará con el estadio continuo.

El **estadio continuo**: Consiste en el normal funcionamiento del turbidostato explicado anteriormente. Esta fase comprenderá un ciclo de 6 meses, a no ser que se vean desperfectos o paredes demasiado opacas por adhesión de microalgas. Mediante la utilización de este sistema, se obtienen rendimientos de 100 litros diarios en el caso de flagelados y de entorno a 160 l/día por turbidostato si son diatomeas.

En el invernadero se disponen un total de **142** turbidostatos que producirán diariamente sumando las tres especies **19641** l/día. Para poder mantener esta producción a los turbidostatos se le deberá suministrar 76152 l/día de CO₂ y 68,16 kW de potencia instalada.

Desde las balsas de fitoplancton, unas bombas de paletas inyectarán el líquido a la fase de semillero. El resto de fases por cuestiones de manejo y al ser en funcionamiento cerrado se suministrará cada 2 días manualmente, excepto la fase de reproductores diseñada para ser suministrada mediante bombas peristálticas.

3.4. Optimización del sistema de luminarias del invernadero

Debido a las grandes demandas de luz por parte de la instalación de fitoplancton es conveniente un sistema para que permita el funcionamiento durante el día con la radiación solar existente. El principal problema existente tiene que ver con el fotorresistor puesto que mide la variación de energía lumínica, con lo cual si se aplicara un sistema de radiación solar sin modificaciones se podría confundir una intensidad solar baja con una PHCD óptima, cayendo los ratios de producción.

Para ello se ha conectado a tres turbidostatos ubicados en distintas posiciones del invernadero un contador *Coulter*. Dicho contador es capaz de determinar exactamente la PHCD en segundos. El fotorresistor detecta luz insuficiente y el RSR envía ahora la señal a un ordenador, este a su vez está recibiendo la información en tiempo real del contador *Coulter*. Si la densidad es la PHCD óptima, el ordenador permitirá que se conecten las

bombas peristálticas, sin embargo si es menor enviará una señal para conectar todo el sistema de luminarias para que la producción no se vea afectada. Con la implementación de este sistema se estima un ahorro anual para la zona de Galicia de entorno al 20-25 %.

3.5. Estudio de la integración paisajística

Las instalaciones acuícolas, al estar ubicadas en ambientes, marítimos causan impactos ambientales de tipo paisajístico, pero también dependiendo del sistema de alimentación elegido o de las especies pueden causar problemas ambientales al resto de fauna de la zona de estudio. A causa del impacto ambiental paisajísticos se decidió no ubicar la nave en las inmediaciones de la costa, gracias a que los sistemas de bombeo se encuentran en el pantalán. De haberse optado por una ubicación en primera línea de costa se generarían grandes costes de obra civil. La situación de la nave fue cercana a una carretera próxima siendo innecesario nuevas particiones del territorio, y se tomo la consideración de adaptarla al ambiente marítimo donde se encuentra.

En primer lugar se optó por estudiar la arquitectura típica de esta zona costera, normalmente las construcciones son de paredes blancas y cubiertas de teja roja a dos aguas. Por lo tanto para adaptar la nave de producción y no inducir en sobrecostes, se utilizo bloque de hormigón blanco para las paredes y el panel tipo sándwich se localizó a una empresa que los fabricaba de distintas clases teja, pizarra, etc pero a un precios similar y con las mismas características que el panel normal. En segundo lugar, dado el ambiente marítimo se optó por diseñar un edificio que imitara a un faro como elemento singular y reclamo publicitario; a su vez tuviera funcionalidad al ser parte del edificio de oficinas ubicado en la zona seca. Por criterios de ahorro de energía y sostenibilidad ambiental se optó por diseñar una cubierta vegetal para el edificio de la zona seca. Finalmente, se decidió hacer una plantación de castaños puesto que la zona está totalmente descubierta, dándole un aspecto final de bosque reduciendo el impacto visual desde el mar del conjunto del edificio. En la **Figura 4** se muestra el aspecto final una simulación 3D



Figura 4: Vista frontal (carretera)

En cuanto a los impactos ambientales por vertidos contaminantes cabe señalar que el uso de fitoplancton trae consigo beneficios añadidos, al ser de origen vegetal y especies existentes en la zona no agrega contaminantes nuevos. Además la nueva legislación europea limitará el uso de piensos animales por el uso de fitoplancton en instalaciones de acuicultura. Sin embargo, La fase de semillas produce desechos y para evitar agregarlos al

mar se decide colocar una balsa de decantación, donde se formarán lodos en su fondo, enviando únicamente al mar agua totalmente limpia.

4. Resultados y conclusiones

- Se ha diseñado una planta moderna, para la producción de ostra plana, que incluye el proceso completo y que es capaz de suministrar toda la producción nacional de ostra, haciendo que no sea necesaria su importación. Siendo además independiente del ambiente exterior (contaminación, temperatura, corrientes, enfermedades). La instalación es sostenible gracias al uso del fitoplancton y de los pellets. Su impacto ambiental ha sido reducido al adaptarla al ambiente marino donde se encuentra. Además se ha desarrollado un sistema para el ahorro de energía lumínica cifrado en proyecto de entorno al 25 % comparado con otras instalaciones.
- Una vez diseñada la planta se han desarrollado los análisis económicos pertinentes. De ellos pueden destacarse los siguientes puntos:
 - o Los análisis económicos preliminares realizados para la instalación aseguran que es rentable al producirse TIR de entorno al 91 % para el precio actual.
 - o Se ha alcanzado el objetivo de generación de una semilla barata puesto que la instalación es rentable hasta una reducción del 40% en el precio de venta.
 - o Las necesidades de mano de obra directa de la instalación se han calculado en torno a 33 trabajadores directos, y se espera una fuerte creación de puestos indirectos en la ría, para el manejo de las futuras bateas.
- Se ha presentado una metodología para poder calcular y diseñar cualquier tipo de instalación acuícola dedicada a la cría de moluscos.

Referencias

- Beaz Paleo, José Daniel (2007). *Ingeniería de la Acuicultura Marina*. Madrid.
- Fundación Observatorio Español de Acuicultura (OESA).
- Food and Agriculture Organization (2006). *Manual 471. Cultivo de Bivalvos en criadero*. Roma.
- Instituto Nacional de Estadística (2007). INE base; Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca.
- Junta Asesora de Cultivos Marinos (2007).
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. (2009). *I+D+i en la acuicultura española*. Secretaría general del mar
- Xunta de Galicia. *Cuadernos de acuicultura 17 y 18*.

Correspondencia

Alejandro Martínez González **Phone:** +34618931558 **E-mail:** almargo1@hotmail.com