

# ANTEPROYECTO DE INSTALACIÓN ACUÍCOLA

## Acuicultura experimental de cefalópodos

Presentada por: Dr. [REDACTED]

Colegio profesional: Biólogos

Nº Colegiado: 19 [REDACTED] MU

1- DATOS PERSONALES DEL SOLICITANTE.....	2
2- EMPRESA.....	2
3- SITUACIÓN Y COORDENADAS DE LA ACTIVIDAD.....	2
4- TIPO DE EXPLOTACIÓN.....	2
5- ACTIVIDAD REAL A DESARROLLAR.....	3
6- OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR.....	4
7- SUPERFICIE ÚTIL DE LOS RECINTOS.....	6
8- ESPECIES A CULTIVAR.....	6
9- SISTEMA Y RÉGIMEN DE CULTIVO.....	6
10- CICLO BIOLÓGICO.....	6
11- DESTINO DE LA PRODUCCIÓN.....	7
12- PRODUCCIÓN ESTIMADA.....	8
13- PLANOS DE LA INSTALACIÓN.....	9
14- LICENCIA.....	10
15- CÁLCULO DE CAUDALES.....	10
16- DISEÑO DE FILTROS BIOLÓGICOS.....	12
17- PRODUCTOS DE DESECHO.....	12
18- TASAS DE RENOVACIÓN DE AGUA.....	14
19- COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD.....	17

## 1. DATOS PERSONALES DEL SOLICITANTE

**Nombre y apellidos:** [REDACTED]

**DNI:** 34 [REDACTED]

**Domicilio:** C/ [REDACTED] San Javier (Murcia)

**Teléfono:** [REDACTED]

**E-mail:** [REDACTED]@gmail.com

**Situación actual:** Desempleado

**Formación/Experiencia profesional:** Doctor en Biología/ Investigación y producción acuícola

**NºColegiado profesional:** 1 [REDACTED] MU (acreditado documentalmente)

**NºPóliza Responsabilidad Civil:** 4704 [REDACTED] Zurich Insurance Public Limited Company

## 2. EMPRESA

**Nombre o razón social:** [REDACTED]

**Nombre comercial:** ACUICEX (Acuicultura experimental de cefalópodos)

**NIF:** 34 [REDACTED]

**Fecha estimada de inicio de actividad:** 15/4/2020

**Forma jurídica:** Empresario individual (Autónomo)

**Domicilio social:** C/ [REDACTED] Cayetano (Murcia)

**Tipo de actividad:** Inocua/Bajo Riesgo, conforme al Anexo II de la Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada (Se adjunta Certificado).

**Código IAE:** 069-Otras explotaciones ganaderas

**Descripción de la actividad:** Acuicultura de cefalópodos.

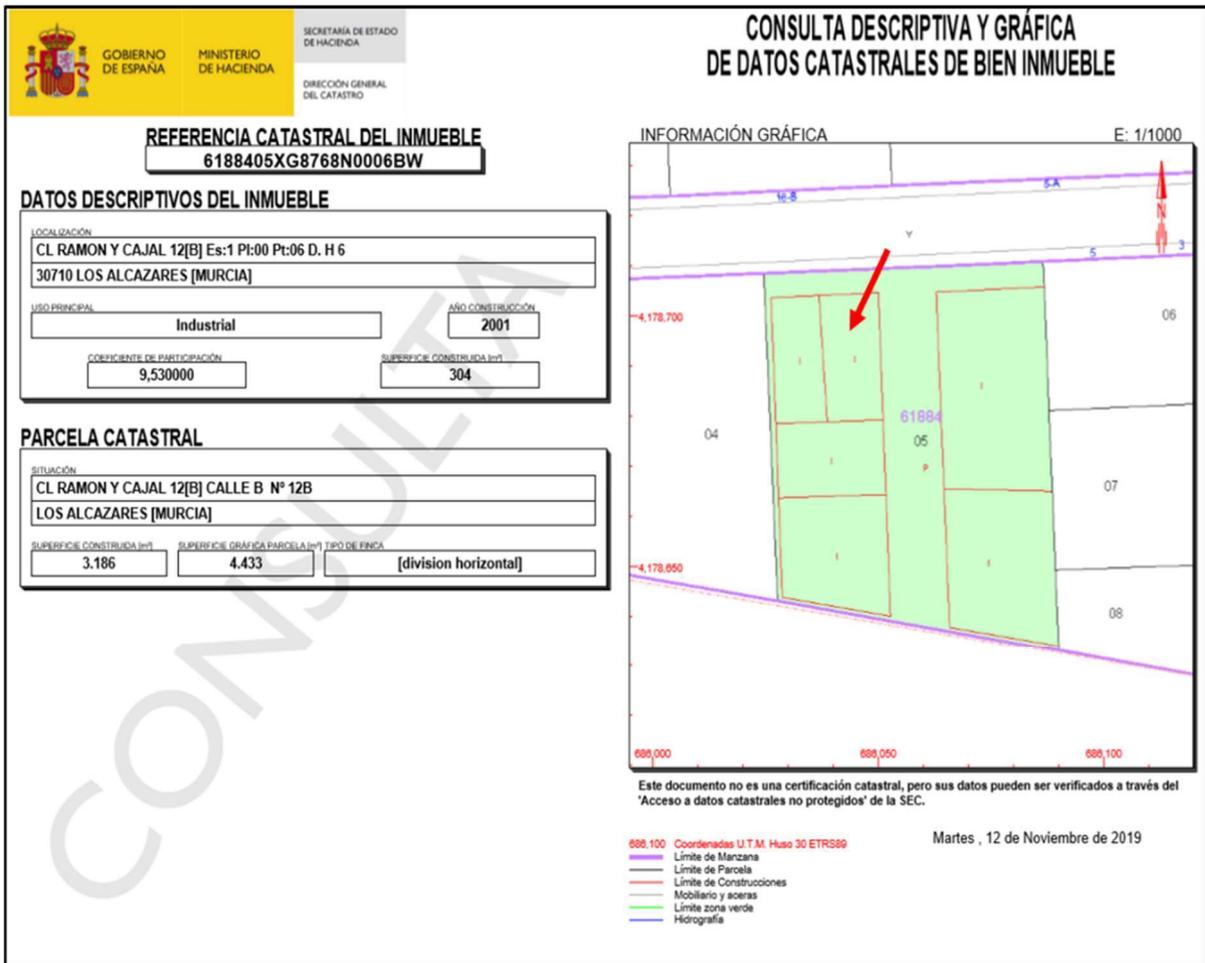
## 3. SITUACIÓN Y COORDENADAS DE LA ACTIVIDAD

**Dirección:** C/Ramón y Cajal Nº12 B, Polígono Industrial de Los Alcázares (Ctra. RM-F30), 30710 Los Alcázares (Murcia). Ver Figura 1.

**Coordenadas UTM:** X 686004; Y 4178714

## 4. TIPO DE EXPLOTACIÓN

Acuicultura integral de cefalópodos en tanques.



**Figura 1.** Plano de situación.

## 5. ACTIVIDAD REAL A DESARROLLAR

**A)** Investigación y desarrollo de piensos a escala experimental para el engorde de distintas especies marinas de interés para la acuicultura.

Consiste en la elaboración y formulación de piensos a pequeña escala, así como los ensayos necesarios para comprobar su rendimiento. Se emplearán ingredientes comerciales o materias primas que proporcionen un formato y composición nutritiva acorde con los requerimientos de las especies estudiadas. Finalmente, los resultados se evaluarán mediante índices de crecimiento y aprovechamiento nutritivo. En caso de obtener buenos resultados, éstos se pueden transferir a otras empresas del sector de la acuicultura.

**B)** Mantenimiento y producción a pequeña escala de distintas especies acuícolas en sistemas de recirculación de agua.

Inicialmente, los animales empleados procederán de las pesquerías locales, principalmente de las cofradías de Cartagena y Torrevieja, y serán transportados en vehículo autorizado y preparado al efecto hasta las instalaciones. La alimentación será la natural según la especie durante el periodo de adaptación, y procederán generalmente de los descartes de la pesca. Posteriormente, se llevarán a cabo los ensayos de engorde donde se suministrarán los piensos/dietas desarrollados. En una fase más avanzada los animales se podrían obtener mediante el control de la reproducción de los adultos.

## **6. OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR**

No se realizarán obras. La nave ha sido arrendada al propietario y está dotada de las dependencias necesarias (Ver Apdo. 9). Se llevará a cabo el acondicionamiento de las dependencias (limpieza, pintado, iluminación, mobiliario, etc...) conforme a las necesidades del local, así como la instalación de los equipos para el desarrollo de la actividad según disponibilidad en el presupuesto.

Se instalarán dos circuitos de agua marina en recirculación (ver Apdo. 9):

**Circuito 1 (CC1):** 10 tanques circulares de PET (grado alimentario) de 160 cm de diámetro y 110 cm de altura, con 1400 L de volumen útil destinados a la reproducción, alimentación y engorde de subadultos y adultos. Los tanques estarán distribuidos en dos hileras de cinco tanques, y cada tanque sobre dos palets de plástico de medidas 120x80x15 cm para cargas medias y peso estático máximo de 3000 Kg por palet.

**Circuito 2 (CC2):** 10 tanques circulares de PET (grado alimentario), de 88 cm de diámetro y 60 cm de alto, con 250 L de volumen útil para alimentación de larvas y juveniles. Los tanques se distribuirán en una sola hilera sobre 16 palets de similares características al CC1. Estos palets se apilarán de dos en dos para aumentar la altura de la base de los tanques hasta 30 cm y facilitar las tareas de mantenimiento.

Los circuitos de agua estarán dotados de control de la temperatura, filtración mecánica y biológica, aireación y lámparas UV como medio de control microbiológico. La determinación de la salinidad se llevará a cabo mediante refractómetro o medidor de conductividad, el pH y el oxígeno disuelto mediante electrodos y los productos nitrogenados mediante colorimetría. Se evitará el uso de productos químicos o medicamentos. En este sentido, el control del pH se llevará a cabo mediante filtración con conchas o arena coralina, y el control de los nitratos mediante filtros de algas o renovación con agua limpia. El fotoperiodo será el natural correspondiente a la época del año.

Las instalaciones y equipos se han seleccionado para optimizar el consumo energético (Tabla 2) y la seguridad en el trabajo, incluyendo bombas de agua en corriente continua (DC 24 V o 36 V) y caudal regulable acorde a las necesidades del cultivo, bomba de calor con tecnología inverter y gas refrigerante ecológico R410A, así como iluminación LED en la mayoría de los casos. Del cuadro eléctrico general deriva una línea independiente para la zona húmeda, dotada de un cuadro eléctrico propio con diferenciales independientes. La instalación de un Router permitirá saber via Wifi el correcto estado y funcionamiento de los equipos básicos, así como la activación de otros en caso de emergencia.

**Tabla 2.** Potencia máxima (kW) de la maquinaria e instalaciones.

	Unidades	Wattios/Unidad	Wattios	Encendido	
<b>1 Aseo</b>					
Iluminación LED	1	12	12	Ocasional	
Calentador Eléctrico 50 L	1	1500	1500	Ocasional	
<b>2 Despacho</b>					
Iluminación	1	36	36	Ocasional	
Ordenador portátil	1	75	75	Ocasional	
<b>3 Bomba de calor</b>					
Bomba de calor	1	2000	2000	Intermitente	
<b>4 Circuito 1 Agua (grande)</b>					
Bomba de agua DC, bomba de calor	1	135	135	Continuo	
Bombas de agua recirculación DC	2	105	210	Continuo	
Bomba de agua DC (UV)	1	28	28	Continuo	
Lámparas (UV)	1	55	55	Continuo	
Skimmer	1	50	50	Continuo	
Oxigenador/Aireador	1	90	90	Continuo	
<b>5 Circuito 2 Agua (pequeño)</b>					
Bombas de agua recirculación* (DC)	1	80	80	Continuo	
Bomba de agua DC (UV)	1	28	28	Continuo	
Lámparas (UV)	1	55	55	Continuo	
Iluminación (LED)	10	18	180	12L/12D	
<b>6 Taller</b>					
Iluminación	1	58	58	Ocasional	
<b>7 Laboratorio (Interior)</b>					
Iluminación (LED)	1	36	36	Ocasional	
Frigorífico	1	110	110	Continuo	
Arcón congelador	1	135	135	Continuo	
Congelador vertical	1	120	120	Continuo	
<b>8 Iluminación Nave (lamparas techo)</b>	3	150	450	Ocasional	
<b>9 Cría plancton</b>					
Aireadores	2	65	130	Continuo	
<b>Total potencia</b>			5573	<b>5,6</b>	<b>kW</b>

## 7. SUPERFICIE ÚTIL DE LOS RECINTOS

Se instalarán dos circuitos:

CC1: Alimentación y engorde de subadultos. 10 tanques circulares de 2000 L (Vol .útil 1400 L)

CC2: Alimentación de larvas y juveniles. 10 tanques circulares de 300 L (Vol útil 250 L).

## 8. ESPECIES A CULTIVAR

Cefalópodos. Inicialmente pulpo de roca (*Octopus vulgaris*), pero no se descarta realizar ensayos con sepia (*Sepia officinalis*) y calamar (*Loligo vulgaris*).

## 9. SISTEMA Y RÉGIMEN DE CULTIVO

Recirculación en régimen intensivo según cronograma de actividades (Tabla 3).

**Tabla 3.** Cronograma anual de actividades.

Actividad/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Desarrollo de piensos									■			■
Captura de animales	■	■								■	■	■
Engordes	■	■	■	■	■					■	■	■
Reproducción					■	■	■	■				
Paro, limpieza, reparaciones								■	■			

## 10. CICLO BIOLÓGICO

Los cefalópodos son animales de ciclo de vida corto y en poco más de un año completan todas las fases de su vida.

El pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) es una especie con sexos separados y de elevada fecundidad (100.000-500.000 huevos por hembra). La cópula puede realizarse en cualquier época del año. En el Mediterráneo y sureste español la puesta se presenta entre marzo y septiembre, con un pico destacado entre abril y junio. No obstante, se pueden encontrar hembras con puestas hasta octubre. La hembra deposita los racimos de huevos en refugios seleccionados, los limpia, ventila y protege hasta el día de la eclosión. Posteriormente la hembra muere. El tiempo de incubación es dependiente de la temperatura, oscilando entre 35 y 40 días a unos 20°C. Las paralarvas recién eclosionadas se dispersan en la columna de agua y pasan a formar parte del plancton. Tienen un tamaño aproximado de 3 mm y pesan unos 300 mg en peso seco. La fase de vida planctónica termina alrededor de los 60 días, donde los juveniles se adhieren al fondo pasando a un estilo de vida bentónico. El crecimiento es muy rápido, pudiéndose encontrar machos maduros con 5 meses de edad (300-400 g). Se pueden encontrar

hembras maduras con 6 o 7 meses de edad (800 g), pero lo habitual es que todas superen el kilo de peso. Los ejemplares adultos pueden crecer 1 Kg al mes y alcanzar los 8 Kg de peso, especialmente los machos.

La sepia común (*Sepia officinalis*) se reproduce fácilmente en cautividad y presenta huevos y larvas de gran tamaño, de morfología similar a los adultos. La tasa de fecundidad puede oscilar entre 200 y 500 huevos por hembra, y su desarrollo está directamente relacionado con la temperatura del agua (50 días a 16°C y 35-40 días a 20°C). Al nacer pesan entre 0,1 y 0,2 g y miden 5 mm. A los 4 meses de edad alcanzan los 100 g de peso y los 8-9 cm de longitud del manto, pudiendo superar los 2 Kg y los 25 cm para un tiempo de vida máximo de 14 meses (promedio de 11 meses). La talla de madurez sexual oscila entre los 600 y 900 g, iniciándose las puestas entre los 6 y 12 meses de edad, preferentemente en primavera. El primer signo de diferenciación sexual es la aparición de un patrón rallado en el cuatro brazo de los machos a partir de los tres meses de edad. Entre dos y tres meses después aparece un comportamiento agonista respecto de otros machos y comienzan a aparecer los rituales de cortejo de las hembras. Durante la cópula los machos traspasan los espermátóforos a la hembra y posteriormente los huevos son adheridos, uno a uno, a superficies previamente limpiadas por la hembra.

El calamar (*Loligo vulgaris*) es una especie nerítica semipelágica que puede desovar a lo largo de todo el año, pero principalmente durante los meses más fríos (entre octubre y mayo). La tasa de fecundidad oscila entre 3000 y 6000 huevos por hembra y se depositan en forma de racimos cerca de la costa, entre 15 y 65 m de profundidad. Al eclosionar las paralarvas miden alrededor de 2 mm y presentan un comportamiento pelágico durante tres meses, acompañado de un crecimiento exponencial. Los machos crecen más rápido y alcanzan mayor tamaño que las hembras, alcanzando 50 cm de longitud del manto y los 2 Kg de peso. A partir del análisis de los contenidos estomacales se sabe que se alimentan de peces, crustáceos, otros cefalópodos y poliquetos. Los machos alcanzan antes la madurez sexual, pudiéndose encontrar machos maduros a partir de 12 cm de longitud del manto y hembras a partir de 16 cm. Son animales de ciclo de vida corto con un tiempo de vida estimado de 1 año.

## **11. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN**

-Pensos: Inicialmente sólo elaborado con fines experimentales para centros de investigación o empresas colaboradoras.

-Animales:

A) Determinación de parámetros biométricos (peso, longitud y estado de condición) y el estado de salud conforme al protocolo de “Prácticas de Manipulación, procedimientos básicos y necropsia en cefalópodos” elaborado por Jesús Cerezo Valverde y Roger Villanueva para la Universidad Autónoma de Barcelona.

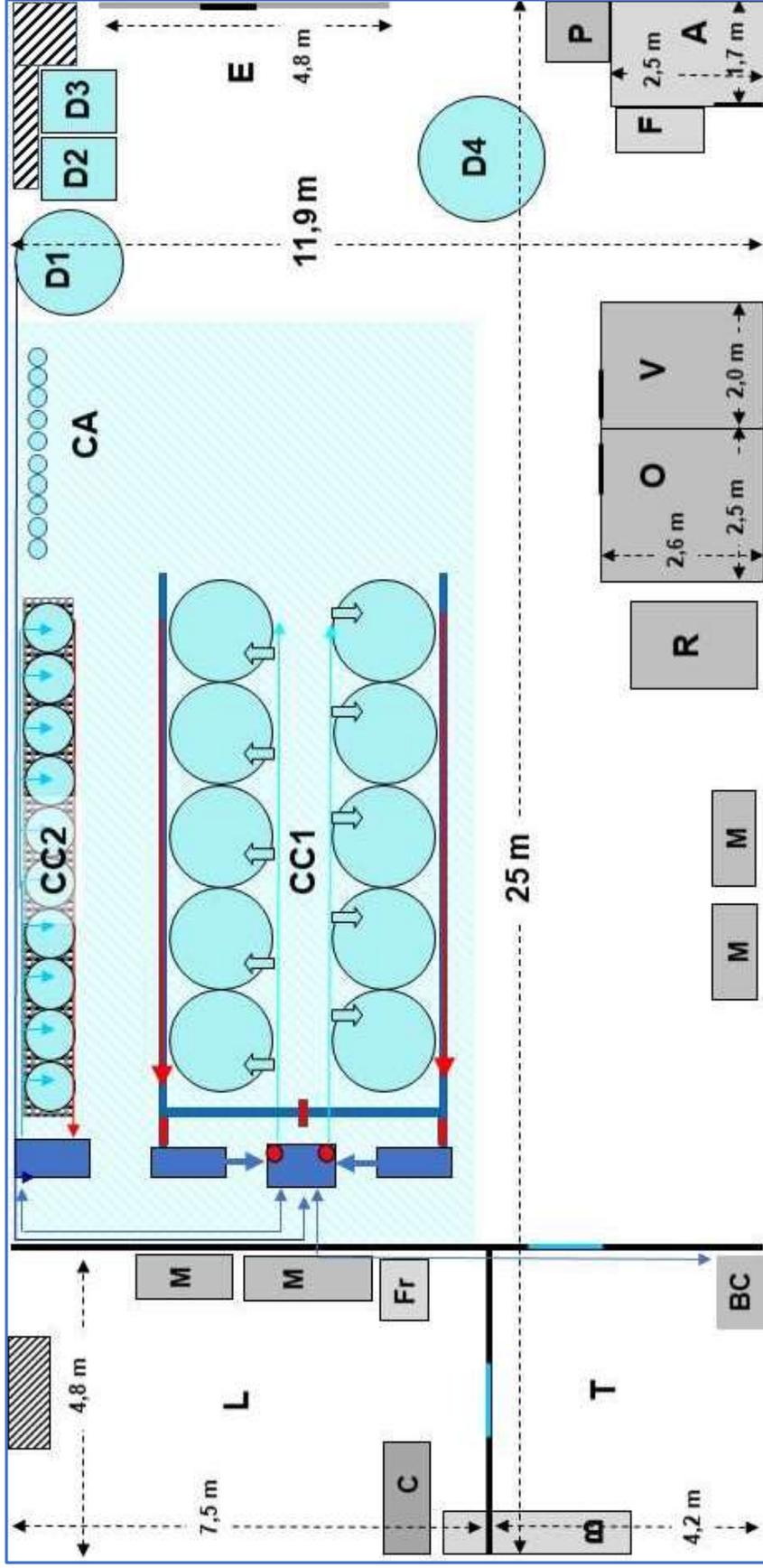
B) Estudio de la reproducción en cautividad.

C) Consumo propio o venta local.

## **12. PRODUCCIÓN ESTIMADA**

La posibilidad de producción a escala comercial dependerá de los resultados obtenidos. El primer año permitirá conocer el comportamiento de los animales y el rendimiento del cultivo en las condiciones particulares de la instalación, siendo ésta principalmente de carácter experimental. Al principio no se forzará el sistema y se mantendrán cargas bajas, no superiores a  $8 \text{ Kg/m}^3$ , lo que supone una producción máxima de 112 Kg por ciclo de engorde (2 ciclos anuales  $\approx 224 \text{ Kg/año}$ ). Con el fin de preservar los parámetros físico-químicos del agua, los ejemplares más grandes y que no vayan a ser utilizados con fines reproductivos se sacrificarán mediante la inmersión en agua-hielo.

### 13. PLANOS DE LA INSTALACIÓN



**E** = Entrada; **P** = Pila; **A** = Aseo; **F** = Fregador; **D1** = Fregador; **D1** = Depósito de agua limpia (2000 L); **D2** = Depósito de agua limpia (1000 L); **D3** = Depósito de agua de vertido; **D4** = Depósito de agua alternativo (6000 L, contra incendios); **V** = Vestuario y almacén; **O** = Oficina; **CA** = Cultivos auxiliares; **CC1** = Circuito cerrado 1 (10 tanques de 1400 L); **CC2** = Circuito cerrado 2 (10 tanques de 250 L); **R** = Remolque y cubas; **L** = Laboratorio de piensos, almacén de ingredientes, cámaras; **Fr** = Frigorífico; **C** = Congelador; **M** = Mesa de trabajo; **T** = Taller y almacén; **B** = Banco de trabajo; **BC** = Bomba de calor;  = Espacio no útil

## 14. LICENCIA

Conforme a las características de la actividad se encuentra exenta de calificación ambiental y la correspondiente licencia de actividad. Se sustituye por una Declaración Responsable de Actividad en el Ayuntamiento correspondiente y un Certificado sobre cumplimiento de las condiciones establecidas en el Anexo II de la Ley 4/2009, de 14 de mayo, de protección ambiental integrada, para ser consideradas inocuas.

## 15. CÁLCULO DE CAUDALES

Se han calculado a partir del consumo de oxígeno y los valores de oxígenos recomendados para el pulpo, teniendo en cuenta el peso de los animales, la carga del cultivo y la temperatura del agua. Las Tablas 4 y 5 permiten el cálculo de los caudales medios y máximos diarios con alimentación para las condiciones que se puedan dar en la instalación. No obstante, los caudales finales se ajustarán diariamente en función de los valores de oxígeno medidos en el agua.

**Tabla 4.** Caudales medios diarios con alimentación expresados en renovaciones por hora del volumen del circuito en el pulpo (*O. vulgaris*).

Peso Kg	Carga Kg/m <sup>3</sup>	T (°C)							
		15	16	17	18	19	20	21	22
0,3	1	0,0470	0,0534	0,0678	0,0761	0,0971	0,1079	0,1391	0,1532
	2	0,0939	0,1068	0,1357	0,1523	0,1942	0,2157	0,2783	0,3064
	5	0,2348	0,2670	0,3392	0,3807	0,4856	0,5393	0,6957	0,7660
	10	0,4695	0,5339	0,6783	0,7613	0,9712	1,0786	1,3913	1,5320
	15	0,7043	0,8009	1,0175	1,1420	1,4568	1,6179	2,0870	2,2979
0,5	1	0,0406	0,0462	0,0586	0,0658	0,0840	0,0932	0,1203	0,1324
	2	0,0812	0,0923	0,1173	0,1316	0,1679	0,1865	0,2406	0,2649
	5	0,2030	0,2308	0,2932	0,3291	0,4198	0,4662	0,6014	0,6622
	10	0,4059	0,4616	0,5864	0,6582	0,8396	0,9325	1,2028	1,3244
	15	0,6089	0,6924	0,8797	0,9873	1,2594	1,3987	1,8042	1,9866
1	1	0,0333	0,0379	0,0481	0,0540	0,0689	0,0765	0,0987	0,1087
	2	0,0666	0,0758	0,0963	0,1080	0,1378	0,1531	0,1974	0,2174
	5	0,1666	0,1894	0,2407	0,2701	0,3446	0,3827	0,4936	0,5435
	10	0,3332	0,3788	0,4813	0,5402	0,6891	0,7653	0,9872	1,0870
	15	0,4997	0,5683	0,7220	0,8103	1,0337	1,1480	1,4808	1,6305
2	1	0,0273	0,0311	0,0395	0,0443	0,0566	0,0628	0,0810	0,0892
	2	0,0547	0,0622	0,0790	0,0887	0,1131	0,1256	0,1620	0,1784
	5	0,1367	0,1555	0,1975	0,2217	0,2828	0,3141	0,4051	0,4461
	10	0,2734	0,3109	0,3950	0,4434	0,5656	0,6281	0,8102	0,8921
	15	0,4102	0,4664	0,5926	0,6651	0,8484	0,9422	1,2154	1,3382
3	1	0,0244	0,0277	0,0352	0,0395	0,0504	0,0560	0,0722	0,0795
	5	0,1218	0,1385	0,1760	0,1975	0,2519	0,2798	0,3609	0,3974
	10	0,2436	0,2770	0,3519	0,3950	0,5039	0,5596	0,7218	0,7948
	15	0,3654	0,4155	0,5279	0,5925	0,7558	0,8394	1,0827	1,1922
	20	0,4872	0,5540	0,7038	0,7900	1,0077	1,1192	1,4436	1,5896

**Tabla 5.** Caudales máximos diarios con alimentación expresados en renovaciones por hora del volumen del circuito en el pulpo (*O. vulgaris*).

Peso Kg	Carga Kg/m <sup>3</sup>	T (°C)							
		15	16	17	18	19	20	21	22
0,3	1	0,0544	0,0622	0,0794	0,0896	0,1147	0,1279	0,1657	0,1831
	2	0,1089	0,1244	0,1589	0,1791	0,2295	0,2559	0,3313	0,3662
	5	0,2722	0,3111	0,3972	0,4478	0,5736	0,6397	0,8283	0,9154
	10	0,5444	0,6222	0,7943	0,8955	1,1473	1,2794	1,6566	1,8308
	15	0,8166	0,9333	1,1915	1,3433	1,7209	1,9190	2,4849	2,7462
0,5	1	0,0471	0,0538	0,0687	0,0774	0,0992	0,1106	0,1432	0,1583
	2	0,0941	0,1076	0,1373	0,1548	0,1984	0,2212	0,2864	0,3165
	5	0,2353	0,2690	0,3433	0,3871	0,4959	0,5530	0,7161	0,7914
	10	0,4706	0,5379	0,6867	0,7742	0,9918	1,1060	1,4322	1,5827
	15	0,7060	0,8069	1,0300	1,1613	1,4877	1,6590	2,1482	2,3741
1	1	0,0386	0,0441	0,0564	0,0635	0,0814	0,0908	0,1175	0,1299
	2	0,0773	0,0883	0,1127	0,1271	0,1628	0,1816	0,2351	0,2598
	5	0,1931	0,2207	0,2818	0,3177	0,4070	0,4539	0,5877	0,6495
	10	0,3863	0,4415	0,5636	0,6354	0,8140	0,9078	1,1754	1,2990
	15	0,5794	0,6622	0,8454	0,9531	1,2210	1,3616	1,7632	1,9485
2	1	0,0317	0,0362	0,0463	0,0522	0,0668	0,0745	0,0965	0,1066
	2	0,0634	0,0725	0,0925	0,1043	0,1336	0,1490	0,1929	0,2132
	5	0,1585	0,1812	0,2313	0,2608	0,3341	0,3725	0,4824	0,5331
	10	0,3170	0,3624	0,4626	0,5215	0,6681	0,7450	0,9647	1,0662
	15	0,4755	0,5435	0,6939	0,7823	1,0022	1,1176	1,4471	1,5992
3	1	0,0282	0,0323	0,0412	0,0465	0,0595	0,0664	0,0859	0,0950
	5	0,1412	0,1614	0,2060	0,2323	0,2976	0,3319	0,4297	0,4749
	10	0,2824	0,3228	0,4121	0,4646	0,5952	0,6637	0,8594	0,9498
	15	0,4236	0,4842	0,6181	0,6969	0,8928	0,9956	1,2892	1,4247
	20	0,5649	0,6456	0,8242	0,9292	1,1904	1,3275	1,7189	1,8996

### **Circuito cerrado 1 (CC1)**

Volumen total= 15 m<sup>3</sup>; N° animales =30 (3 x tanque); Peso inicial = 0,5 Kg; Peso final = 3,0 Kg; Carga inicial = 1,0 Kg/m<sup>3</sup>; Carga final = 6 Kg/m<sup>3</sup>; Temperatura = 18°C

Caudal medio inicial = 987 litros/hora

Caudal máximo inicial = 1161 litros/hora

Caudal medio final = 3555 litros/hora

**Caudal máximo final = 4182 litros/hora**

### **Circuito cerrado 2 (CC2)**

Mantenimiento de larvas y juveniles: Volumen = 3 m<sup>3</sup>; N° animales =15 (3 x tanque); Peso inicial = 0,3 Kg; Peso final = 1,0 Kg; Carga inicial = 1,5 Kg/m<sup>3</sup>; Carga final = 5,0 Kg/m<sup>3</sup>; Temperatura = 18°C

Caudal medio inicial = 456 litros/hora

Caudal máximo inicial = 537 litros/hora

Caudal medio final = 810 litros/hora

**Caudal máximo final = 953 litros/hora**

Paralarvas: Se ajustará el caudal para asegurar una saturación de oxígeno por encima del 90 %.

## 16. DISEÑO DE FILTROS BIOLÓGICOS

### Circuito cerrado 1 (CC1)

Volumen = 15 m<sup>3</sup>; Carga = 1-8 Kg/m<sup>3</sup>; Biomasa = 15-120 Kg

Volumen de material filtrante: Biobolas plásticas (2,2 l/Kg) = 33-264 litros

### Circuito cerrado 2 (CC2)

Volumen = 3 m<sup>3</sup>; Carga = 1,5-5,0 Kg/m<sup>3</sup>; Biomasa = 4,5-15 Kg

Volumen de material filtrante: Biobolas plásticas (2,2 l/Kg) = 10-33 litros

## 17. PRODUCTOS DE DESECHO

La acuicultura en sistemas de recirculación (RAS) presenta numerosas ventajas, destacando la posibilidad de controlar las condiciones ambientales del agua según las necesidades de las especies, así como el tratamiento, recogida o reutilización de los productos de desecho, evitando su liberación en el medio marino (Tabla 6).

**Tabla 6.** Residuos producidos y su tratamiento en sistemas de recirculación de agua para la acuicultura.

<b>Residuos</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Reutilización o eliminación</b>
Sólidos en suspensión (Restos de heces o piensos)	Sifonado. Filtración mecánica	Abonos orgánicos
Productos nitrogenados disueltos (Amoniaco, nitritos y nitratos)	Filtración biológica	Producción de algas
Materia orgánica disuelta (Aminoácidos, colorantes...)	Skimmer/Carbón activo	Abonos. Alcantarillado

Los productos de desecho de cada especie se pueden calcular teniendo en cuenta el peso de los animales, sus tasas de ingesta, el tipo de alimento suministrado, su composición nutritiva y digestibilidad (Tabla 7).

**Tabla 7.** Producción de residuos sólidos y tasas de excreción de amoníaco (TAE) del pulpo común (*Octopus vulgaris*) de 300, 500, 1000 y 2000 g de peso.

Dieta	Piensos	Crustáceos	Pescado
Porción comestible (%)	100	50	76
Humedad (%)	46,3	78,5	74,8
S. Seca (%)	53,7	21,5	25,2
Digestibilidad ss (%)	80	95	72
Pulpos 300 g			
TAA (g/día)	14	36	12
TAAP (g/día)	5,0	5,0	2,5
Porción no comestible (g/día)	0,0	36,0	3,8
Heces ss (g/día)	1,5	0,4	0,8
TEA (mgTAN/día)	98,0	98,7	73,5
Pulpos 500 g			
TAA (g/día)	19	47	15
TAAP (g/día)	6,7	6,6	3,1
Porción no comestible (g/día)	0,0	47,0	4,7
Heces ss (g/día)	2,0	0,5	1,1
TEA (mgTAN/día)	115,7	114,1	79,8
Pulpos 1000 g			
TAA (g/día)	25	67	22
TAAP (g/día)	8,9	9,5	3,7
Porción no comestible (g/día)	0,0	67,0	6,9
Heces ss (g/día)	2,7	0,7	1,6
TEA (mgTAN/día)	506,3	532,2	298,3
Pulpos 2000 g			
TAA (g/día)	35	97	32
TAAP (g/día)	12,4	13,8	5,3
Porción no comestible (g/día)	0,0	97,0	10,1
Heces ss (g/día)	3,8	1,0	2,3
TEA (mgTAN/día)	648,1	702,5	364,8

### Circuito cerrado 1 (CC1)

Dieta = Pienso formulado; N° animales =30 (3 x tanque); Peso inicial = 0,5 Kg; Peso final = 2,0 Kg; Temperatura = 18°C

Producción de heces inicial (g ss./día) = 2,0x30 = 60 g/día

Producción de heces final (g ss./día) = 3,8x30 = 114 g/día

Tasa de excreción de amoníaco inicial (mgTAN/día) = 115,7x30 = 3471 mgTAN/día

Tasa de excreción de amoníaco final (mgTAN/día) = 648,1x30 = 19943 mgTAN/día

### Circuito cerrado 2 (CC2)

Dieta = Pienso formulado; N° animales =15 (3 x tanque); Peso inicial = 0,3 Kg; Peso final = 1,0 Kg; Temperatura = 18°C

Producción de heces inicial (g ss./día) =  $1,5 \times 15 = 22,5$  g/día

Producción de heces final (g ss./día) =  $2,7 \times 15 = 40,5$  g/día

Tasa de excreción de amoníaco inicial (mgTAN/día) =  $98 \times 15 = 1470$  mgTAN/día

Tasa de excreción de amoníaco final (mgTAN/día) =  $506,3 \times 15 = 7595$  mgTAN/día

## 18. TASAS DE RENOVACIÓN DE AGUA

Inicialmente, la instalación se llenará mediante camión cisterna con agua procedente del mar. Posteriormente, el agua será acondicionada y los animales se introducirán progresivamente para permitir la maduración de los filtros biológicos. La tasa de renovación de agua salada vendrá determinada por la acumulación de amoníaco o nitratos, aunque el sistema se ha dimensionado para minimizar la renovación. Las concentraciones de amoníaco y nitratos en el agua expresadas en peso de nitrógeno se mantendrán idealmente en estos rangos:

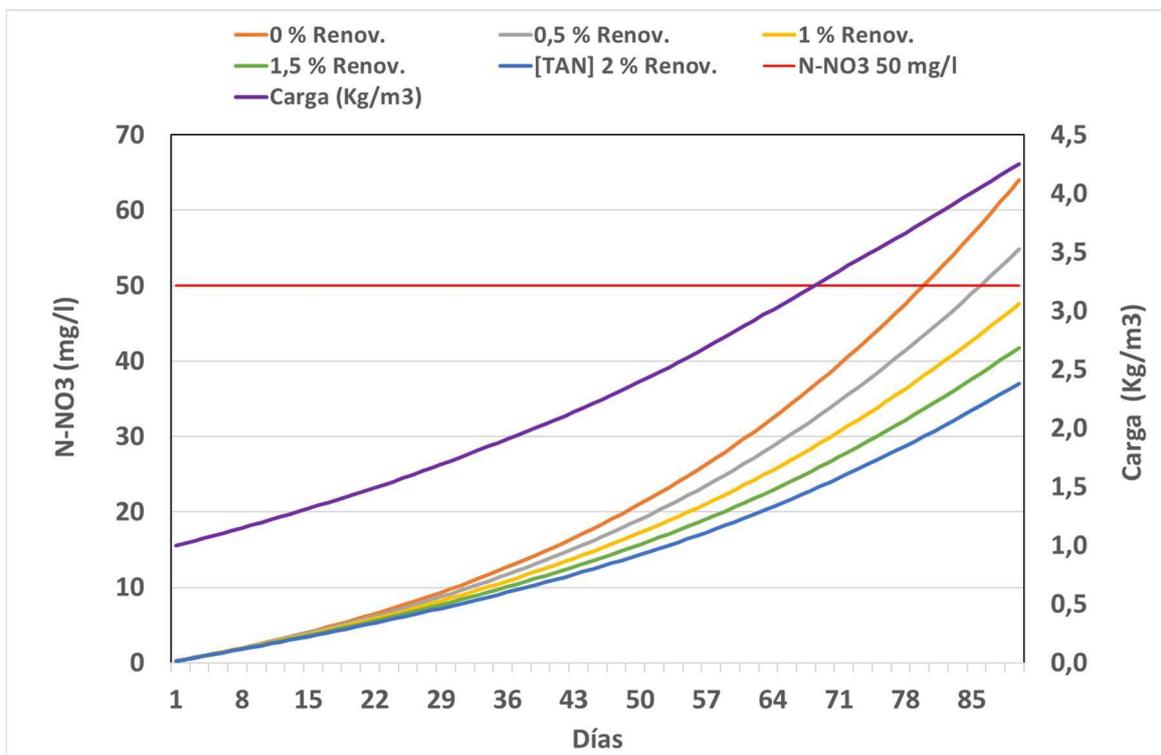
Subadultos y adultos: TAN =  $[N-NH_3 + N-NH_4^+] \leq 1$  m g/L y  $[N-NO_3^-] \leq 50$  mg/L

Larvas y juveniles: TAN =  $[N-NH_3 + N-NH_4^+] \leq 0,1$  m g/L y  $[N-NO_3^-] \leq 5$  mg/L

Cuando los cuando los parámetros físico-químicos de calidad del agua indiquen la necesidad de renovación, ésta se llevará a cabo progresivamente con agua limpia procedente del mar. Las características del agua de los circuitos de agua salada son de  $50000 \mu\text{s/cm}$  y  $N_{\text{total}} < 50$  mg/L, quedando prohibido su vertido al alcantarillado (Decreto N.º 16/1999, 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al alcantarillado). En este sentido, el agua de vertido se almacenará en un depósito para su recogida mediante un gestor autorizado.

### Circuito cerrado 1 (CC1)

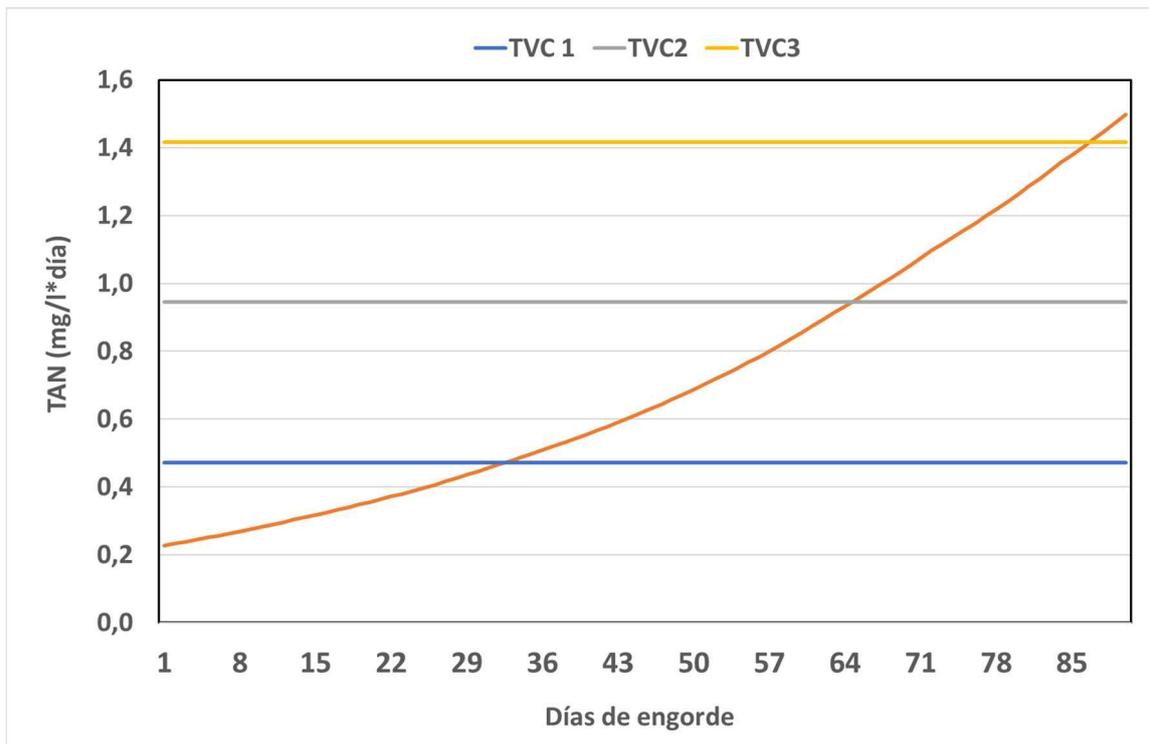
En un circuito y filtros maduros bien dimensionados se puede considerar que todo el amoníaco es transformado en primera instancia a nitritos y finalmente a nitratos, siendo éste el producto final de desecho. En la Figura 2 se estima la acumulación de  $N-NO_3^-$  obtenida a partir de la tasa de excreción de TAN en el CC1 según distintas tasas de renovación con agua limpia. Para pesos iniciales y finales de 0,5 y 2,1 Kg y cargas de cultivo entre 1 y 5 Kg/m<sup>3</sup>, respectivamente, las tasas de renovación deberían ser superiores al 1 % diario ( $\approx 150$  litros/día) para evitar sobrepasar los 50 mg/l de  $N-NO_3^-$  al final del engorde. Otra alternativa sería ir sacando del circuito los ejemplares de mayor tamaño.



**Figura 2.** Evolución de la concentración de nitratos ( $\text{N-NO}_3^-$ ) en un circuito de agua recirculada durante el proceso de engorde de pulpo (Vol. =  $15 \text{ m}^3$ ; N = 30; Peso inicial = 0,5 Kg; Peso final = 2,0 Kg; T =  $18^\circ\text{C}$ ) aplicando distintas tasas de renovación diarias de agua (%Renov./día).

Por otra parte, la tasa de transformación de amoníaco se puede calcular a partir de la tasa volumétrica de conversión de nitrógeno amoniacal total (TAN):

$\text{TVC (mgTAN/l}^*\text{h)} = (\text{TAN}_{\text{ent}} - \text{TAN}_{\text{sal}}) * \text{Q} / \text{Vm}$ , donde  $\text{TAN}_{\text{ent}}$  y  $\text{TAN}_{\text{sal}}$  son las concentraciones a la entrada y a la salida del filtro, Q representa el caudal a través del filtro en litros/h y Vm es el volumen de material filtrante en litros. Los valores de TVC pueden ser muy variables según distintas condiciones, pero pueden oscilar entre 1 y 2 mg TAN/l\*h. Para un volumen de filtración de 295 litros las tasas de transformación podrían estar entre 0,47 mg/l y 0,94 mg/l TAN al día. En la Figura 3 se indica la evolución de la tasa de excreción de TAN en el CC1, sugiriendo que el límite de los sistemas de filtración para procesar el amoníaco podría verse comprometido a partir de los días 30, 65 u 87 para TVC respectivas de 1, 2 y 3 mTAN/l\*h.



**Figura 3.** Evolución de la tasa de producción de TAN ( $N-NH_3+N-NH_4^+$ ; mgTAN/l\*día) en un circuito de agua recirculada durante el proceso de engorde de pulpo (Vol. = 15 m<sup>3</sup>; N = 30; Peso inicial = 0,5 Kg; Peso final = 2,0 Kg; T = 18°C) y tasas de transformación de TAN por parte del filtro biológico instalado asumiendo TVC de 1, 2 o 3 mgTAN/l\*día.

## 19. COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

Debido a la naturaleza de las instalaciones, se solicita el compromiso de confidencialidad en la tramitación, gestión e inspección por parte de la Administración Pública:

-Artículos 7 (secreto industrial y comercial), 13.1 (confidencialidad) y 128.2 (actuaciones inspectoras) de la Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.

-Artículo 5 (deber de confidencialidad) de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

-Artículo 81.2 (Obligaciones de la inspección) de la Ley 8/2003, de 24 de abril, de sanidad animal.

-Artículo 95 (Cooperación en la función inspectora) de la Ley 2/2007, de 12 marzo, de Pesca Marítima y Acuicultura de la Región de Murcia.

En...SAN JAVIER....., a ...17..... de .....MARZO..... de 2020.....

Firma:



Fdo: .....  .....