

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

## MASTER INTERUNIVERSITARIO DE ACUICULTURA

---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



VNIVERSITAT  
D VALÈNCIA

mare  mar



“Memoria de Prácticas Realizadas en la Empresa de  
Producción Acuícola: Acuigroup MareMar SL.”

“Utilización de Técnicas Ópticas No Invasivas para la  
medida de Lubina (*Dicentrarchus labrax*) en Jaulas  
Marinas”

TRABAJO FIN DE MASTER

AUTOR:

Jose Vicente de Jesus Moríñigo

DIRIGIDO POR:

Tutora Universidad:

Silvia Martínez Llorens

Tutor Empresa:

Jordi Comas

Valencia, Setiembre 2013



Agradecimiento al Biólogo y tutor, Jordi Comas, que me mostró todo la metodología de trabajo en una empresa de Acuicultura en jaulas marinas, ofreciéndome todo sus conocimientos y experiencias; Intentando en todo momento hacerme sentir uno más de la empresa. También agradecer a la Bióloga, Lara Gómez, toda su ayuda y entera disposición durante todo el estadío de prácticas. Mencionar también a Antonio Sahuquillo por todo su trabajo realizado para ayudar a realizar este proyecto. También nombrar a todos los trabajadores de la empresa Maremar, tanto marineros, patrones, buzos y personal de administración, que gustosamente me ofrecieron su ayuda y su manera de entender la Acuicultura.

Nombrar a Ignacio Jauralde que me ha ayudado en todo momento sobre los problemas surgidos con las Técnicas del VICASS y al procesado de los datos.

Y un agradecimiento en especial, a mi tutora Silvia Martínez, que sin su ayuda y entera disposición, no podría haber realizado esta clase de prácticas de empresa y ampliar mis conocimientos.





## Índice:

<b>Índice:</b> .....	<b>V</b>
<b>Lista de Tablas:</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Lista de Figuras :</b> .....	<b>IX</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>XII</b>
<b>Palabras Claves:</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Objetivos Generales:</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Bloque I: Prácticas realizadas en la Empresa de Producción Acuícola:</b>	
<b>Acuigroup Maremar SL</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Introducción</b> .....	<b>2</b>
1.1.1 Acuicultura en el Mundo .....	2
1.1.2 Acuicultura en la Unión Europea.....	3
1.1.3 Acuicultura en España.....	4
1.1.3.1 Empleo en acuicultura .....	4
1.1.3.2 Comercialización de los productos de la acuicultura .....	5
<b>1.2 Descripción de la empresa</b> .....	<b>6</b>
1.2.1 Localización y datos climáticos .....	6
1.2.2 Aspectos generales de la empresa .....	10
1.2.3 Organización en la empresa .....	12
1.2.3.1 Estructura a Nivel de Producción.....	15
1.2.4 Dotación .....	19
<b>1.3 Actividad realizada</b> .....	<b>25</b>
1.3.1 Organigrama de las prácticas.....	25
1.3.2 Control de Calidad / Carga de Preengorde .....	27
1.3.3 Siembra.....	29
1.3.3.1 Transporte por barco .....	30
1.3.3.2 Transporte por Camión .....	32
1.3.3.3 Transporte hacia las jaulas .....	33
1.3.4 Alimentación .....	34
1.3.5 Muestreos .....	42
1.3.6 Trabajos de estructura.....	45
1.3.7 Análisis / Muestreo Patológico – Necropsia.....	50
<b>1.4 Análisis de la Situación</b> .....	<b>53</b>
1.4.1 Situación actual .....	53
1.4.1.1 Situación Productiva.....	53
1.4.1.2 Situación de Coste/Beneficio .....	55
1.4.2 Análisis de problemas .....	55
<b>1.5 Futuros Proyectos</b> .....	<b>58</b>
<b>1.6 Posibles Mejoras</b> .....	<b>61</b>



<b>Bloque II: Utilización de Técnicas Ópticas No Invasivas para la medida de Lubinas (<i>Dicentrarchus labrax</i>) en Jaulas Marinas .....</b>	<b>60</b>
<b>Capítulo I: Introducción .....</b>	<b>66</b>
<b>1.1 Introducción .....</b>	<b>67</b>
<b>1.2 Generalidades de la Lubina .....</b>	<b>68</b>
1.2.1 Taxonomía: .....	68
1.2.2 Rasgos biológicos: .....	68
1.2.3 Hábitat y biología .....	69
<b>1.2 La importancia de los muestreos .....</b>	<b>69</b>
<b>1.4 Cálculo de biomasa .....</b>	<b>70</b>
1.4.1 Cómo y cuando se controla la biomasa .....	70
1.4.2 Importancia de conocer la biomasa real .....	72
1.4.3 Predicción del peso .....	73
<b>1.5 Tecnologías disponibles no invasivas .....</b>	<b>74</b>
<b>1.6 Tecnología del VICASS .....</b>	<b>78</b>
1.6.1 Fotografía Estereoscópica .....	78
1.6.2 Sistema VICASS .....	81
1.6.3 Componentes Básicos .....	82
1.6.4 Ventajas y desventajas del VICASS .....	84
1.6.5 Experiencias anteriores .....	85
<b>2. Justificación .....</b>	<b>89</b>
<b>Capítulo II: Materiales y Métodos .....</b>	<b>90</b>
<b>2.1 Instalaciones .....</b>	<b>91</b>
<b>2.2 Diseño Experimental .....</b>	<b>92</b>
<b>2.3 Toma de Medidas .....</b>	<b>92</b>
2.3.2 VICASS .....	92
2.3.2.1 Material .....	93
2.3.2.2 Metodología .....	94
2.3.3 Biometrías .....	95
2.2.3.1 Material .....	95
2.3.3.2 Metodología .....	95
<b>2.4 Análisis de los datos ópticos .....</b>	<b>98</b>
<b>2.5 Modelos de Crecimiento .....</b>	<b>102</b>
2.5.1 Datos Históricos de la Empresa .....	102
2.5.2 Con Datos de VICASS y Biometrías .....	103
<b>2.6 Análisis Estadístico .....</b>	<b>105</b>
<b>Capítulo III: Resultados y Discusión .....</b>	<b>106</b>
<b>3.1 Modelos de VICASS .....</b>	<b>107</b>
<b>3.2 Comparación de los Sistemas de Muestreo VICASS y Biometría .....</b>	<b>113</b>
<b>3.3 Importancia de los muestreos sobre los datos nutritivos y económicos .....</b>	<b>116</b>
<b>3.4 Estudio de modelos para la instalación .....</b>	<b>122</b>
<b>3.5 VICASS de Lubina VS Dorada .....</b>	<b>127</b>



<b>Capítulos IV: Conclusiones .....</b>	<b>130</b>
<b>Bloque III: Bibliografía .....</b>	<b>132</b>
<b>Bloque IV: Anexos.....</b>	<b>132</b>



## Lista de Tablas:

<i>Tabla 1: Temperatura Superficial Media del Agua de la Boya de Valencia II Año 2013 (Puertos del Estado):</i>	8
<i>Tabla 2 : Evolución Interanual de la Acuicultura Marina en 2011 (Exesor).</i>	11
<i>Tabla 3: Datos de Costes de Producción y Coste Total de <b>MareMar</b>:</i>	55
<i>Tabla 4: Tasa de recuperación:</i>	63
<i>Tabla 5: Coste del persona por día:</i>	63
<i>Tabla 6: Coste del material:</i>	63
<i>Tabla 7: Ahorro diario y anual:</i>	64
<i>Tabla 8: Estadístico descriptivo de los muestreos de dorada con VICASS y manual</i>	85
<i>Tabla 9: Estadístico descriptivos de los muestreos de dorada con VICASS y manual, y error de cálculo de la longitud furcal.</i>	85
<i>Tabla 10: Datos y estadísticos descriptivos a los muestreos de dorada con VICASS.</i>	86
<i>Tabla 11: Comparación entre los resultados de longitud furcal y altura máxima obtenidos mediante muestreo manual y los obtenidos mediante VICASS.</i>	88
<i>Tabla 12: Especificaciones del VICASS utilizado.</i>	92
<i>Tabla 13: Ejemplo de datos exportados del VICASS.</i>	100
<i>Tabla 14: Resumen de los tres muestreos realizados.</i>	113
<i>Tabla 15: Tabla Resumen de los datos obtenidos en las prácticas:</i>	117
<i>Tabla 16: Datos globales obtenidos con los datos de MareMar.</i>	118
<i>Tabla 17: Datos globales obtenidos con los datos de VICASS.</i>	119
<i>Tabla 18: Datos globales obtenidos con los datos de la Biometría.</i>	119
<i>Tabla 19: Resultados del TCI y CTC de datos de MareMar:</i>	119
<i>Tabla 20: Resultados del TCI y CTC de datos de VICASS:</i>	120
<i>Tabla 21: Resultados del TCI y CTC de datos de Biometría:</i>	120
<i>Tabla 22: Resumen de los datos económicos:</i>	121
<i>Tabla 23: Datos históricos de <b>MareMar</b> de las jaulas estudiadas:</i>	122
<i>Tabla 26: Datos obtenidos en el periodo del VICASS 1 al VICASS 3:</i>	126





## Lista de Figuras :

Figura 1: Distribución de la producción y del valor de producción de la acuicultura en la EU. -----	4
Figura 2: Distribución del empleo en la acuicultura en España -----	5
Figura 3: Plano de situación de la empresa Acuigrup <b>MareMar</b> -----	7
Figura 4: Gráfica de frecuencias del viento y rosa de los vientos de la Boya Valencia II, en el periodo de 2005-2013 (Puertos del estado).-----	9
Figura 5: Gráfica de frecuencias de la altura significativa y rosa de los oleajes de la Boya Valencia II, en el periodo de 2005-2013 (Puertos del estado). -----	9
Figura 6: Rosa de corrientes de la Boya Valencia II, en el periodo de 2005-2013 (Puertos del estado).10	
Figura 7: Imagen de la Dorada ( <i>Sparus aurata</i> ), Lubina ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) y Corvina ( <i>Argyrosomus regius</i> ).-----	11
Figura 8: Instalaciones en el mar de Acuigrup <b>MareMar SL</b> . -----	12
Figura 9: Plantilla fija de Acuigrup <b>MareMar SL</b> . -----	14
Figura 10: Plantilla de verano de Acuigrup <b>MareMar SL</b> . -----	15
Figura 11: Ciclo de los animales en la instalación.-----	16
Figura 12: Distribución de los muestreos. -----	17
Figura 13: Programa Nova-Fish -----	18
Figura 14: Programa Nemo. -----	19
Figura 15: Planta baja de la nave industrial de <b>MareMar</b> .-----	20
Figura 16: Primera planta de la nave industrial de <b>MareMar</b> .-----	20
Figura 17: Esquema e imágenes de las jaulas flotantes. -----	22
Figura 18: <b>MareMar 1</b> -----	22
Figura 19: <b>MareMar 2</b> y mecanismos de los silos.-----	23
Figura 22: <b>MareMar 20</b> y mecanismo de los silos. -----	23
Figura 21: <b>Acuimedsa 1</b> . -----	23
Figura 22: <b>Acuimedsa 2</b> . -----	24
Figura 23: <b>Crimar 1</b> . -----	24
Figura 24: <b>Crimar 4</b> . -----	24
Figura 25: Cañón de alimentación.-----	25
Figura 26: Organigrama y leyenda de día a día de las prácticas en <b>MareMar</b> .-----	27
Figura 27: Modo de envío de peces frescos al laboratorio.-----	28
Figura 28: Reducción del nivel del agua de los tanques para facilitar la pesca, y pesada de los peces capturados. -----	29
Figura 29: Distribución de los peces en las cubas. -----	29
Figura 31: Imagen del barco de siembra o well boat. -----	31
Figura 32: Máquina de vacío y tubos transparentes para el transporte de los peces. -----	32
Figura 33: Tanques donde se depositan los peces para el transporte -----	32
Figura 34: Camión adaptado para el transporte de alevines. -----	32
Figura 35: Descarga de los alevines del camión hacia el barco con las cubas. -----	33
Figura 36: Descarga de los alevines en la jaula.-----	34
Figura 37: Composición e ingredientes nutricionales del pienso, valores oscilantes en función de la disposición de ingredientes para crear cada lote.-----	35
Figura 38: : Composición e ingredientes nutricionales del pienso, valores oscilantes , valores oscilantes en función de la disposición de ingredientes para crear cada lote. -----	36
Figura 39: : Composición e ingredientes nutricionales del pienso, valores oscilantes porque vienen la proporción exacta en cada lote creado-----	36
Figura 40: Esquema de las técnicas utilizadas en <b>MareMar</b> en función del tamaño de los peces. -----	37
Figura 41: Cañón de alimentación semi-automática. -----	38



Figura 42: Sistema de alimentación semi-automático grúa-cañón. ....	39
Figura 43: Tecnología de la alimentación automática en los silos. ....	40
Figura 44: Silo conectado a la "pontona" .....	42
Figura 45: Enlazado de los tubos. ....	42
Figura 46: Muestreo de dorada, y báscula utilizada para su pesado. ....	44
Figura 47: Levantamiento del copo para realizar un muestreo de lubina. ....	44
Figura 48: Cámara VICASS, modos de introducirla en el agua e imagen VICASS de lubina. ....	45
Figura 49: Esquema del arte en forma de pasadizo para realizar el trasvase. ....	46
Figura 50: Pasos que se realizan en un trasvase: Amarrar jaulas, colocar el arte, bajar los paños y el paso de los peces. ....	47
Figura 51: Tubos de polietileno en rollos de 50m. ....	48
Figura 52: Colocación de tubo en la jaula. ....	49
Figura 53: Soldadura por medio de aplicación de calor. Soldadora térmica. ....	49
Figura 54: Abrazaderas utilizadas, cosido de 2 en 2 y estado final de los 6 tubos cosidos. ....	50
Figura 55: Necropsia de una dorada encontrando plástico en su sistema digestivo. ....	52
Figura 56: Etiqueta de pienso medicado suministrado para el punto rojo. ....	52
Figura 57: Datos de mortalidad de la generación 2011, 2012 y 2013. Fuente: Jordi Comas. ....	53
Figura 58: Crecimiento de la generación 2011, 2012 y 2013. Fuente: Jordi Comas. ....	54
Figura 59: Pienso utilizado en las generaciones 2011, 2012 y 2013. Fuente: Jordi Comas. ....	54
Figura 60: Elementos estructurales precarios en mantenimiento. ....	57
Figura 62: Pájaros dentro de la red anti-pájaros, peces atraídos por el pienso que sale de la jaula y peces que se coloran en una jaula de dorada (VICASS). ....	58
Figura: Las tres bases conectadas a la jaula auxiliar o "pontona". ....	59
Figura 64: Plataforma fija de alimentación. ....	60
Figura 65: Dispersor para suministrar el pienso, difusor colocado en la parte superior de la torre anti-pájaro. ....	61
Figura 66: Cámaras acuáticas para acuicultura. ....	62
Figura 67: Imagen de la Lubina ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ). ....	68
Figura 68: Contadores Vakimicro y Vakimacro. ....	71
Figura 69: Sistemas automáticos VICASS y VAKI. ....	71
Figura 70: Clasificadora Marel Scanvaegt. ....	72
Figura 71: Tecnologías no invasivas utilizadas en acuicultura. ....	75
Figura 72: Sistema VAKI. ....	76
Figura 73: Sistema de pesaje con el VAKI. ....	76
Figura 74: Sistema de conteo VAKI. ....	76
Figura 75: Ecosonda. ....	77
Figura 76: Sistema VICASS. ....	78
Figura 77: Funcionamiento de una lente. ....	78
Figura 78: Sistema Estereoscópico de dos cámaras. ....	80
Figura 79: Base del VICASS. ....	81
Figura 80: Cámaras VICASS. ....	82
Figura 80: Ordenador de campo. ....	83
Figura 90: Programa del VICASS con Lubina. ....	83
Figura 91: Nuevo VICASS. ....	84
Figura 92: Plano de localización del "Puerto de Sagunto" .....	91
Figura 93: Plano de localización de MareMar Acuigroup. ....	91
Figura 94: Esquema de la posición del VICASS e imagen para apreciar los cabos de los extremos. ....	94
Figura 95 : Levantamiento del copo para realizar un muestreo de lubina. ....	96
Figura 96: Biometría e ictitómetro. ....	97



<i>Figura 97: Báscula utilizada.</i>	97
<i>Figura 98: Imagen izquierda-derecha del VICASS en Lubina.</i>	98
<i>Figura 99: Ventana que demanda la especie.</i>	99
<i>Figura 100: VICASS con imágenes.</i>	99
<i>Figura 101: Demarcación de los parámetros para el VICASS.</i>	100
<i>Figura 102: Archivo resumen ofrecido por el programa VICASS.</i>	102
<i>Figura 103: Valores predichos por el modelo del VICASS frente al peso observado.</i>	107
<i>Figura: Valores estimados de los modelos desarrollados frente a los pesos observados.</i>	109
<i>Figura 105: Valores predichos por el modelo del VICASS frente al peso observado, midiendo a la furcal.</i>	110
<i>Figura 106: Valores estimados de los modelos desarrollados frente a los pesos observados midiendo a la furcal.</i>	112
<i>Figura 107: Modelo de Shieh &amp; Petrell para el VICASS.</i>	112
<i>Figura 109: Comparación de los tres muestreos para el VICASS y la Biometría.</i>	114
<i>Figura 110: Imágenes del primer muestro, donde no se encuentran peces o están muy lejos.</i>	115
<i>Figura 111: Comparación del VICASS con la Biometría de los últimos dos muestreos.</i>	115
<i>Figura 112: Comparación del peso medio esperado con el peso observado.</i>	124
<i>Figura 113: Comparación del peso medio esperado con el peso observado.</i>	125
<i>Figura 114: Comparación de una imagen de lubina y de dorada</i>	127
<i>Figura 115: Parámetros introducidos en el VICASS.</i>	128
<i>Figura 116: Valores estimados de los modelos desarrollados frente a los pesos observados, para dorada.</i>	129



## Resumen

En el presente trabajo se divide en dos partes: La primera parte trata sobre las prácticas realizadas en la empresa de producción acuícola en jaulas marinas, *MareMar*, comprendidas entre Junio y Agosto del 2013. Donde se comenta todo lo referente a la empresa y a las actividades realizadas. También se menciona los problemas encontrados y posibles mejoras para la empresa.

La segunda parte, consiste en: Poner en práctica el uso de la tecnología no invasiva (VICASS) en un medio de producción real, para poder estimar el peso en Lubina (*Dicentrarchus labrax*). Obteniendo el modelo de cálculo y comparándolo con otros modelos realizados a través de mediciones directas. Se realizó una comparación de los datos del VICASS con biometrías y con el modelo de crecimiento utilizado por la empresa, para poder comprobar la eficacia de la utilización de este método.

Las lubinas (de diferentes pesos iniciales), distribuidas en 12 jaulas, donde fueron alimentadas un periodo de 62 días con pienso comercial.

El estudio se centraba en la utilización del VICASS, para ello se realizaron 3 muestreos. En cada muestreo se procesaron 100 peces con el VICASS y se realizaba una biometría de 100 peces por cada jaula. En las biometrías se tomaron los parámetros: Longitud total, longitud a la furcal, altura, ancho y peso.

Una vez concluido el trabajo, se logró la obtención de datos fiables para la lubina, a pesar de tratarse de una especie muy difícil de trabajar con esta clase de técnicas y desaconsejable en muchos casos. Se comprobó que la función utilizada por el VICASS era  $W = 0,055158 * L^{2,115} * H^{0,823338}$ , donde los resultados muestran que la posible inclusión de una tercera medida para afinar la predicción, el ancho, aumenta el error en vez de disminuirlo. También se observó que tomando la longitud total de pez, en vez de la furcal, se sobreestimaban los pesos obtenidos.

Los resultados del VICASS se compararon con el método de muestreo de la Biometría, no se obtuvieron grandes diferencias, con un  $R^2$  superior al 95% y un error medio absoluto de 10,8g.

Por lo tanto en este estudio, se logró el uso de la técnica VICASS en la especie lubina, obteniendo datos fiables, sin causar stress y muerte a los peces.



## Palabras Claves:

*Ópticos, no invasivos, biomasa, biometría, VICASS, cámara, MareMar, jaulas, marinas, Lubina, Dicentrarchus labrax, estereoscópico, modelos, matemáticos, muestreos*

## Objetivos Generales:

- Familiarizarse y participar en la operativa diaria de una instalación de engorde de lubina y dorada.
  - Alimentación
  - Calidad de los alevines y siembra
  - Mantenimiento
- Conocer y participar en los procedimientos de control y análisis de la producción con datos reales.
- Participar activamente en el plan de muestreos del 2013. Recogida y análisis de datos actuales e históricos para la elaboración de un modelo de crecimiento.
- Aplicación de la técnica óptica no invasiva VICASS (Video Imagen Capture And Size System), para el cálculo de biomásas.
- Conocer los modelos matemáticos de cálculo del sistema VICASS.



## **Bloque I: Prácticas realizadas en la Empresa de Producción Acuícola: Acuigroup Maremar SL.**



## 1.1 Introducción

Los recursos naturales del planeta son limitados, siendo limitadas las fuentes de alimento. Existe una población creciente y un aumento del nivel de vida, encontrándose en mayor número en países subdesarrollados. Por todo esto, se debe de hacer un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Las previsiones de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de Naciones Unidas (FAO) aseguran que la producción mundial de comida debe crecer un 70% entre 2010 y 2050 para poder hacer frente al aumento de la población, a los cambios de la dieta relacionados con los incrementos en la renta de los países y a la creciente urbanización.

La acuicultura es una actividad que abarca muy variadas prácticas y una amplia gama de especies, sistemas y técnicas de producción. La acuicultura no es sólo un complemento a la pesca, sino es la “ganadería” con mayor proyección de futuro; debido a que el 70% de la superficie del planeta es agua, que no requieren el uso de agua dulce (en especies marinas), que los animales acuáticos son más eficientes convirtiendo el alimento y que sus tasas de reproducción son varias ordenes de magnitud superiores a los terrestres.

Pero la acuicultura también tiene una serie de retos que debe superar, como: La disponibilidad de materias primas para sus piensos, avances tecnológicos para poder adaptar las instalaciones a las condiciones del medio expuesto y el control de la sanidad de los animales.

### 1.1.1 Acuicultura en el Mundo

Más de la mitad del total de los alimentos de origen acuático consumidos hoy por la población mundial procede de la acuicultura (APROMAR 2013). Este dato, revela no sólo la vitalidad de la acuicultura como técnica productiva, sino también la capacidad de innovación, emprendimiento y aprovechamiento sostenible de los recursos disponibles. En el 2011, la acuicultura mundial produjo 83,7 millones de toneladas, frente a 94,6 millones de toneladas capturadas en la pesca (FAO 2011).

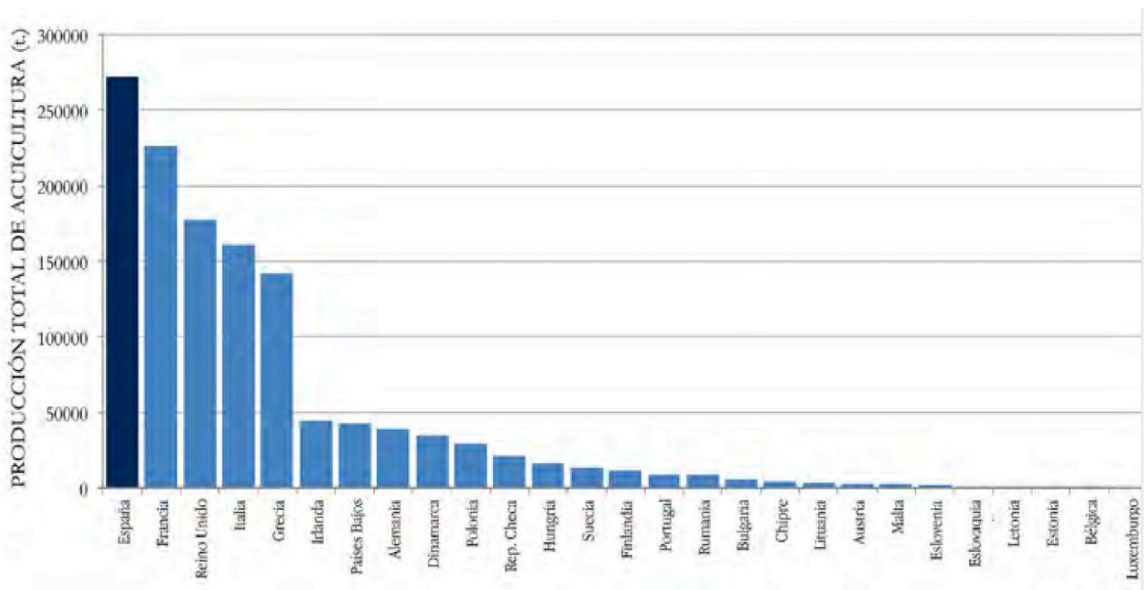
Los productos acuáticos son actualmente una de las más importantes fuentes de proteína animal del mundo, representando un 30% de total de la proteína consumida en los países en vías de desarrollo y el 15% en Europa y Norteamérica.

China es el primer país productor mundial de acuicultura con 50,1 millones de toneladas en el 2011. Entre las 10 principales naciones productores se debe destacar el crecimiento de Indonesia, India y Vietnam.

### 1.1.2 Acuicultura en la Unión Europea

En 2011 la UE produjo 1,26 millones de toneladas de productos de acuicultura, suponiendo una reducción de -0,3% del 2010. La acuicultura representa el 20% del volumen de la producción acuática total de la UE. La producción de acuicultura tuvo un valor en primera venta de 3.854 millones de euros, un 13,3% mas que el 2010 (FAO 2011).

España es el estado miembro de la UE con un mayor volumen de producción de acuicultura, con 271.963 toneladas en 2011 (21,5% del total de la EU), seguido por Francia con 226.020 toneladas (17,8%) y el Reino Unido con 177.155 toneladas (14,0%). Cuando se considera el valor de producción, el reino Unido es el principal miembro productor con 789,9 millones de euros (20,5% del valor total), ocupando la cuarta posición España con 457,3 millones (11,9%) (FAO 2011) (Figura 1).





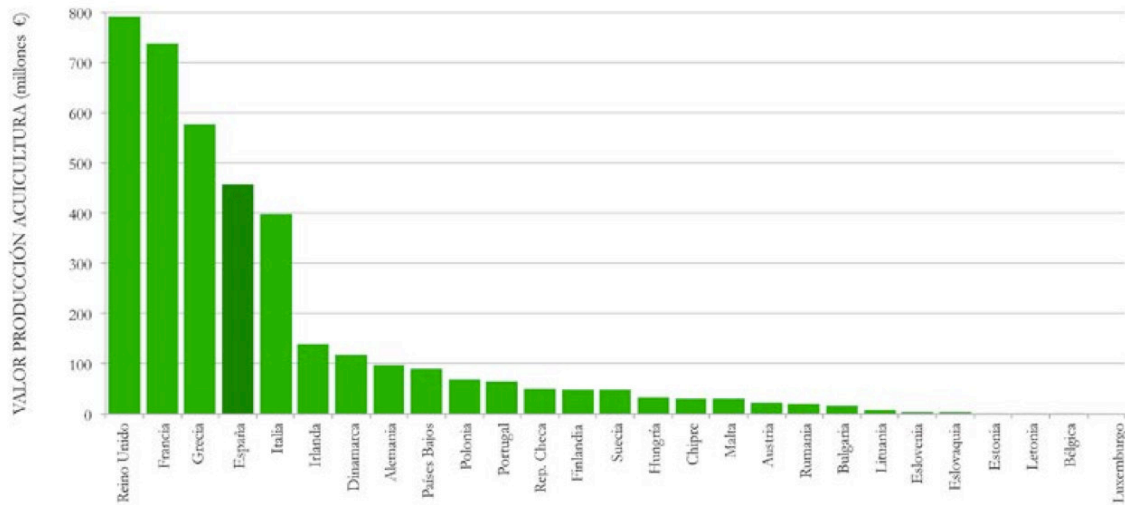


Figura 1: Distribución de la producción y del valor de producción de la acuicultura en la EU.

### 1.1.3 Acuicultura en España

La producción de acuicultura en España en 2011 supuso 271.963 toneladas, alcanzando un valor en primera venta de 457,3 millones de euros. La principal especie producida fue el mejillón mediterráneo y en relación con la acuicultura de peces, fueron: dorada, trucha arco iris y lubina.

#### 1.1.3.1 Empleo en acuicultura

Las unidades de trabajo anual (UTA) en acuicultura en España, incluyendo el marisqueo, ascendió en 2011 a 6639, repartiendo esas cifras entre 27.180 personas (MAGRAMA). La mayor parte de esas cifras se corresponden a personas no asalariadas (autónomas), principalmente en el subsector del mejillón (43%); el 25,3% es personal operario no especializado; el 24,2% personal operario especializado y el 5,3% técnicos (Figura 2).

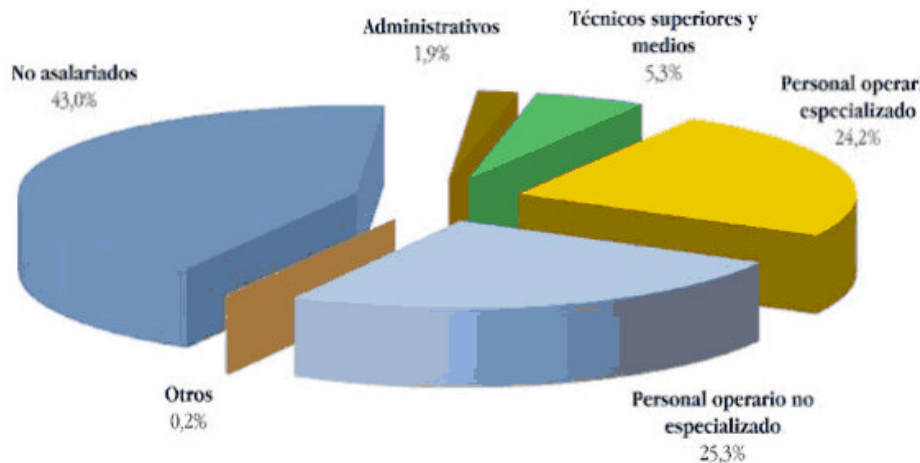


Figura 2: Distribución del empleo en la acuicultura en España

En la acuicultura de peces marinos el número de empleos directos en 2012 fue de 1.935 de los cuales 1.769 correspondieron a contratos indefinidos y 166 eventuales. Suponiendo un incremento del 3,8% respecto al año anterior, reponiéndose de una tendencia negativa.

### 1.1.3.2 Comercialización de los productos de la acuicultura

Durante el 2012 el consumo en los hogares españoles se incremento un 0,66%, situándose en 30.482 millones de kilogramos/litros/unidades. Así, cada ciudadano gastó de media 1.468 euros en alimentación. Pero a causa del efecto de la inflación, el gasto en consumo alimentario en los hogares españoles descendió en 2012 un 3% (APROMAR 2013).

- ❖ Comercialización de la Dorada: El precio medio en primera venta de la dorada de acuicultura producida en España en 2012 fue de 4,31 euros/kg, siendo un 13,8% inferior a la del 2011 (MAGRAMA). La venta de dorada de peso medio superior a 1 kg mostró un mejor comportamiento. Esta caída del precio se dio por: una retracción de la demanda en el mercado de consumo general español, de la presión a la baja en los precios en los eslabones finales de la cadena de valor y por causa de ventas forzadas para lograr liquidez en las empresas de acuicultura.

Se consumió en los hogares españoles 32.400 toneladas de dorada en el 2012, un 19% más que el 2011 (MAGRAMA).

- ❖ Comercialización de la Lubina: El precio de la primera venta de la lubina de acuicultura española en el mercado español en 2012 fue de 5,42 euros/kg, un

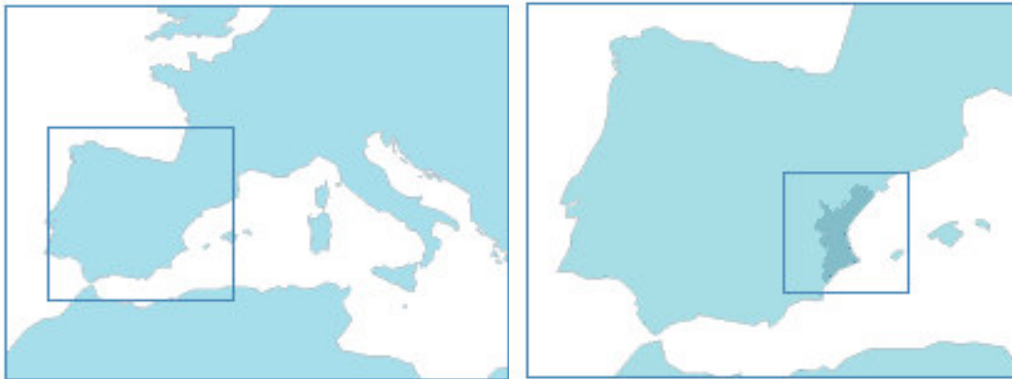
9,3% superior al del 2011 (MAGRAMA). Al igual que la dorada existe una volatilidad en su precio.

En 2012 se consumieron 15.950 toneladas de lubina, un 16,8% menos que en el 2011.

## 1.2 Descripción de la empresa

### 1.2.1 Localización y datos climáticos

La empresa AcuiGroup *MareMar* se encuentra en la localidad del Puerto de Sagunto (Valencia), donde sus instalaciones en tierra se sitúan en el Recinto Portuario (Zona de relleno 3, con coordenadas geodésicas 39°:51':48''N; 0°:04':07''W); mientras que sus instalaciones en el mar se hayan a 3 millas del puerto, en la dirección Este (sobre 45 minutos a una velocidad de 5 nudos).



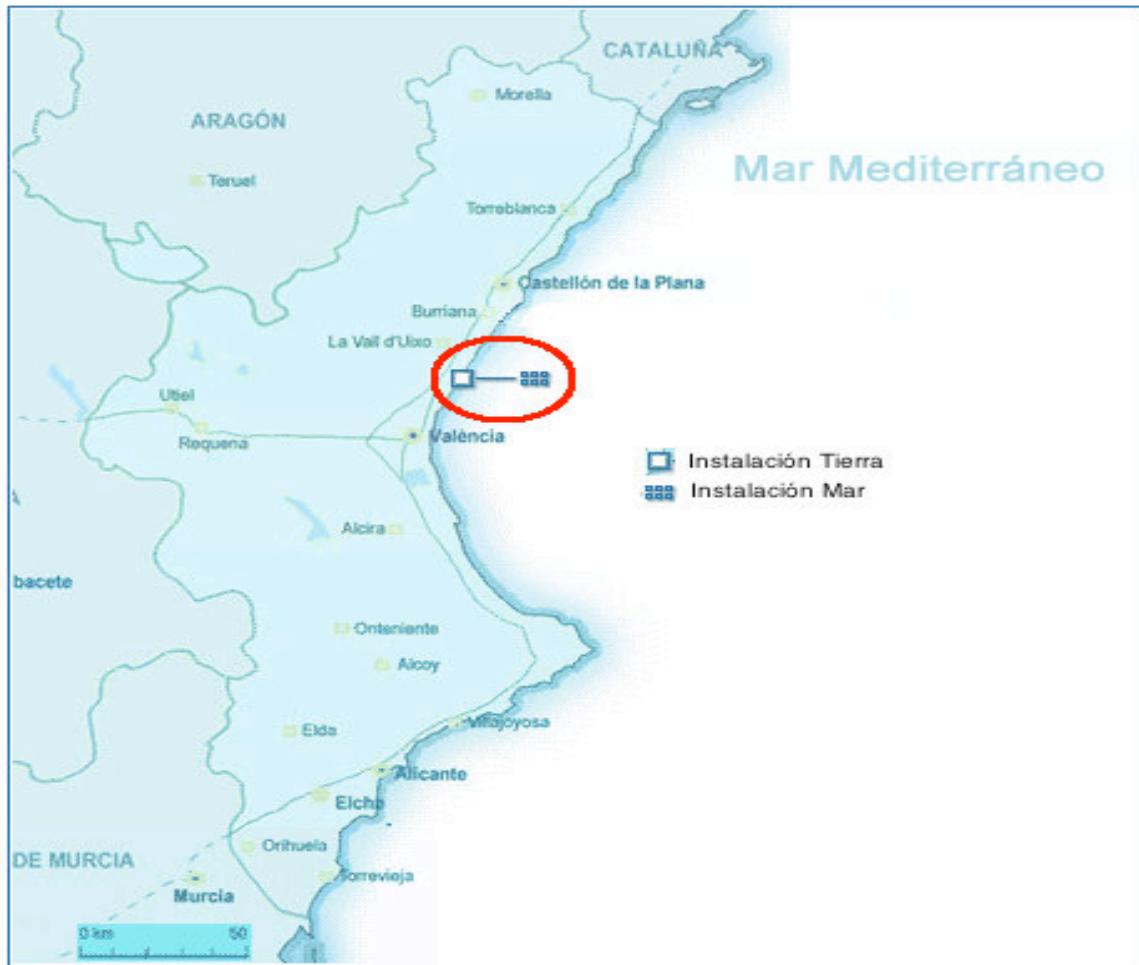


Figura 3: Plano de situación de la empresa Acuigrup **MareMar**

La empresa dispone de conexiones estratégicas tanto por mar como por tierra; esta se encuentra en el mar Mediterráneo, en el Puerto de Sagunto, gestionado este puerto por la empresa Valenciaport. Siendo un puerto natural para el tráfico interoceánico de mercancías, donde su situación geoestratégica en el centro del arco mediterráneo occidental, lo posiciona como de las primeras y últimas escalas de las principales compañías marítimas de línea regular entre América, Cuenca Mediterránea y el Lejano Oriente. Por otro lado tienen excelentes combinaciones de acceso a todas las carreteras del país. Permitiendo llegar en menos de 12 horas, a las principales provincias de España, siendo una de estas la Autovía del Mediterráneo (A-7).

- ❖ Tiempo y distancia hasta Madrid: 3 horas y 32 minutos, 381 Km.
- ❖ Tiempo y distancia hasta Barcelona: 3 horas, 333 Km.
- ❖ Tiempo y distancia hasta Valencia: 29 minutos, 29,4 Km.

La empresa se encuentra en la costa del Mediterráneo, dándose el clima típico mediterráneo (siendo inviernos templados y lluviosos, con veranos secos y calurosos).



Dándose en la costa de Sagunto una temperatura media anual de 17,8 °C y precipitaciones anuales de 454 mm; siendo las mínimas temperaturas en el mes de Enero (11,5 °C) y máximas en Agosto (25,5 °C) (Aemet).

Estas son las temperaturas y precipitaciones que se dan en la costa, donde se encuentra la instalación en tierra, pero se debe tener en consideración que la producción se sitúa en las jaulas a 3 millas de la costa; por ello se deberán tomar en cuenta los datos que muestran las boyas situadas en el mar, para un estudio más aproximado para la óptima producción. Se utilizarán los datos de la *Boya de Valencia II* (39°,52N, 0,21°E), debido a que es la más próxima a la instalación.

- **Temperatura Superficial Media del Agua:** La temperatura del agua es muy importante para poder calcular las tasas de alimentación, debido a que son especies que comen más a medida que aumenta la temperatura (hasta su temperatura crítica, que dejan de alimentarse). En la instalación varían de 13,8 a 26,4 °C (Tabla 1).

Tabla 1: *Temperatura Superficial Media del Agua de la Boya de Valencia II Año 2013 (Puertos del Estado):*

Mes/Month	Ts Max./Max. Ts
Enero/January	15.1
Febrero/February	13.9
Marzo/March	13.8
Abril/April	16.6
Mayo/May	18.3
Junio/June	22.7
Julio/July	26.4

También se debe tener en cuenta el viento, oleaje y corriente predominante a la hora del diseño de la instalación en el mar, debido a que intervienen directamente en el diseño de los anclajes y amarres del entramado de las jaulas, siendo las fuerzas dinámicas que actúan sobre estos.

- **Viento:** Es un esfuerzo contante casi dinámico. El viento dificulta el trabajo en las jaulas marinas, tanto para el amarre de las embarcaciones a las jaulas, como la alimentación (debido a que el viento puede desplazar el *pellet* fuera de la jaula). Para poder minimizar este problema se deberá situar a favor del viento predominante. Siendo un viento predominante de la zona de 4 m/s y con una orientación de W y WSW (Figura 4).

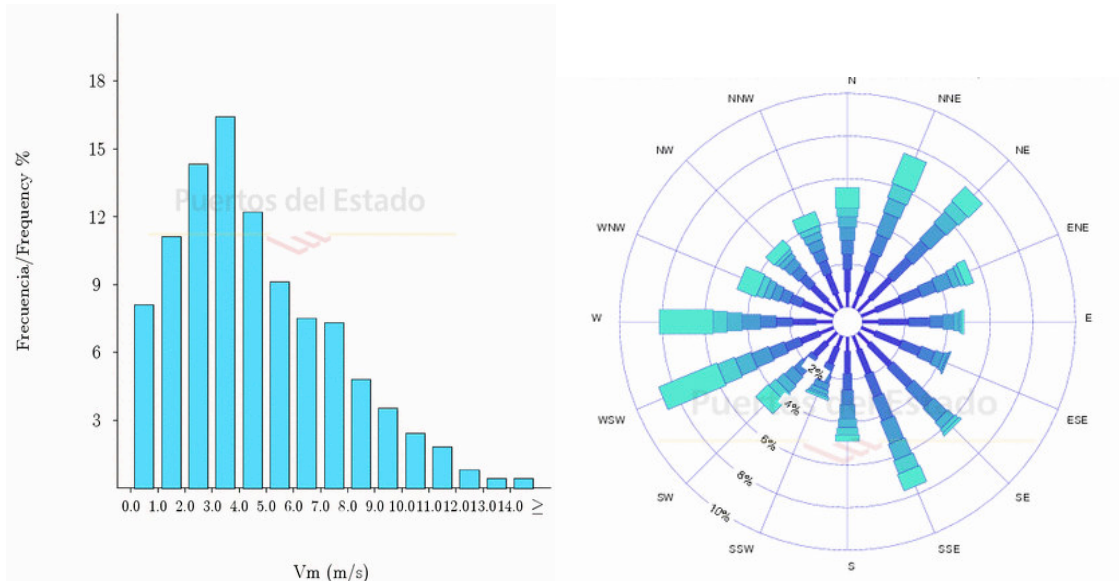


Figura 4: Gráfica de frecuencias del viento y rosa de los vientos de la Boya Valencia II, en el periodo de 2005-2013 (Puertos del estado).

- Oleaje:** El oleaje es un esfuerzo puntual dinámico (se expresa mediante la altura significativa), donde el mal oleaje puede impedir el acceso a la instalación, con lo que conlleva la pérdida de un día de alimentación. En la zona se da con mayor frecuencia la altura significativa de 0,5-1 m en la dirección de ENE (Figura 5).

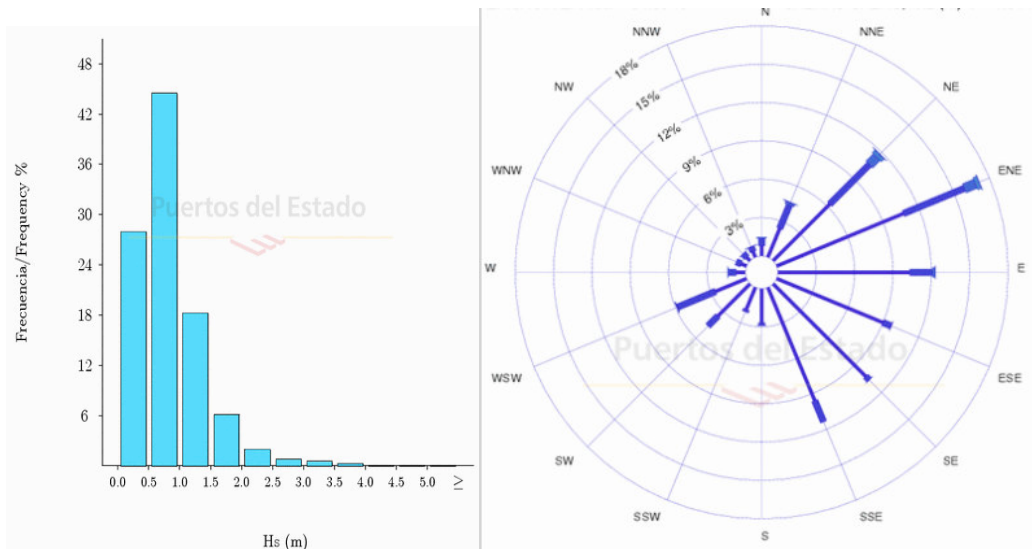


Figura 5: Gráfica de frecuencias de la altura significativa y rosa de los oleajes de la Boya Valencia II, en el periodo de 2005-2013 (Puertos del estado).

- **Corriente:** La corriente también se considera un esfuerzo constante casi dinámico. La corriente provoca el arrastre de la red y posibles roturas de esta. La corriente de la zona es en la dirección SW y WSW (Figura 6).

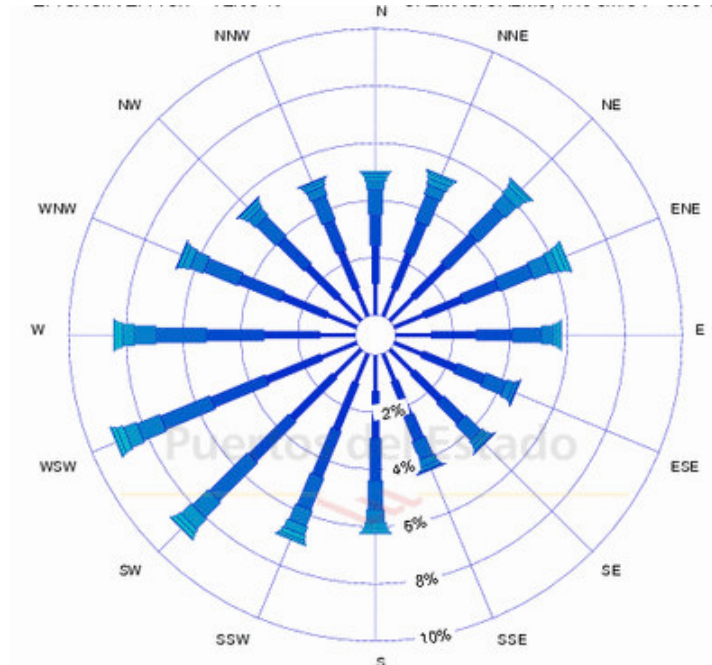


Figura 6: Rosa de corrientes de la Boya Valencia II, en el periodo de 2005-2013 (Puertos del estado).

## 1.2.2 Aspectos generales de la empresa

Acuigroup **MareMar** SI , se constituyó el 01/01/1999 y está inscrita en el Registro Mercantil de Valencia. Es una empresa mediana, con el objeto social de: "*La creación y explotación en propiedad o arrendamiento de toda clase de piscifactorías y la comercialización y venta de sus productos. Explotación, compra, venta y comercialización de toda clase de peces*", dedicándose a la actividad CNAE de Acuicultura Marina (Exesor).

Analizando sus datos comerciales dicha empresa se encuentra entre las 500 primeras empresas de Sagunto (Valencia) y entre las 25 primeras de las empresas del sector de la Acuicultura Marina de España (Elinforma). El Rango del Capital Social se encuentra entre 3100 a 60000 €, con un tamaño de 54 empleados.

En la Tabla 2 se muestra la evolución interanual de los principales indicadores del sector de la Acuicultura Marina .

Tabla 2 : Evolución Interanual de la Acuicultura Marina en 2011 (Exesor).

Indicadores Sectoriales (2011)	Valor	Variación respecto año anterior
Nivel de endeudamiento	2,84 (ratio)	+12%
Productividad	-12,43 (ratio)	-19%
Activo	36.202.869€	+49%
Deudores	3.039.574€	-2%
Tesorería	973.557€	+342%
Patrimonio Neto	9.446.212€	+37%
Margen	4%	+146%
Rentabilidad financiera	8%	+123%
Rentabilidad económica de la explotación	4%	+157%
Patrimonio Neto y Pasivo	36.202.869€	+49%
Pasivo No Corriente	13.170.071€	+104%
Pasivo Corriente	13.586.586€	+24%
Resultado del Ejercicio	520.183€	+128%
Solvencia	1,09 (ratio)	+8%

Acuigroup **MareMar** SL tiene una producción de 4000 toneladas, repartidas entre las especies Dorada (*Sparus aurata*) (55% de la producción) y Lubina (*Dicentrarchus labrax*) (42% de la producción); y tienen como finalidad de llegar a las 5000 toneladas con la introducción en la producción de la Corvina (*Argyrosomus regius*) (Figura 7).



Figura 7: Imagen de la Dorada (*Sparus aurata*), Lubina (*Dicentrarchus labrax*) y Corvina (*Argyrosomus regius*).

La producción está repartida en 60 jaulas en el mar, de 25 metros de diámetro (Figura 8).





Figura 8: Instalaciones en el mar de Acuigroup **MareMar** SL.

### 1.2.3 Organización en la empresa

La empresa Acuigroup **MareMar** S.L es una sociedad de responsabilidad limitada, en la cual la responsabilidad está limitada al capital aportado. Dicha empresa está dirigida por el Gerente o Apoderado Fernando Permatín, donde bajo su cargo recaen los tres sectores de la empresa.

Esos tres sectores son:

- **Producción Marina:** Este sector se separa en tres sub-sectores:
  1. Nutrición: Al mando del Biólogo Jordi Comas; se encargan de todo lo referente a la gestión de la instalación, velando para el cumplimiento de los objetivos demandados. Siendo su punto principal la correcta y óptima alimentación, controlando que el crecimiento está siendo el esperado, gestionando las siembras y densidades de las jaulas. Siendo el apartado más importante de la empresa, debido que necesita más presupuesto de la empresa (>55%). Este departamento interviene en casi toda la cadena productiva, por lo tanto debe de hacer bien su trabajo para poder realizar la producción y al coste de producción deseado.
  2. Estructura Naval: Su encargado principal es Armando J. Soler. Este sector se encarga de todo el mantenimiento superficial y sub-acuático de la instalación en el mar; asegurando de que la instalación esta en perfecto estado y preparado para soportar las inclemencias del mar. También se encargan de realizar los trasvase de peces y la instalación de nuevas jaulas. Dentro de sus trabajos cotidianos también se les incorpora el controlar la posible mortalidad que se encuentra en el fondo de la



red (copo) y de que los peces están comiendo el pienso suministrado en la superficie.

3. Control Sanitario: Responsable la Bióloga Lara Gómez. Se ocupa de realizar medidas de profilaxis, controlar la posible mortalidad de las diferentes jaulas, detectar dichas causas y aplicar los tratamientos oportunos para remitir dicha mortalidad.
- **Pesca, Logística, Calidad y Medio Ambiente, Almacén y Servicios Generales:** Este sector recae sobre José Antonio Vilanova, donde gestiona las pescas realizadas en las jaulas oportunas; también se encarga este departamento del perfecto mantenimiento de las embarcaciones y maquinaria utilizada en la empresa. También realizan las actividades de almacenamiento de los materiales y productos utilizados en dicha empresa. Este departamento es el que finaliza un lote, siendo el último en la cadena de producción, jugándose buena parte de los resultados productivos y económicos en la gestión/operática de la pesca.
  - **Administración y Finanzas:** Se encarga David Jericó, que gestiona las ventas al grupo ANDROMEDA, según su contrato. Esta sección se encarga también de la contratación de personal, compra de material y administración de la empresa.

La empresa tiene una plantilla fija de 54 empleados (Figura 9).

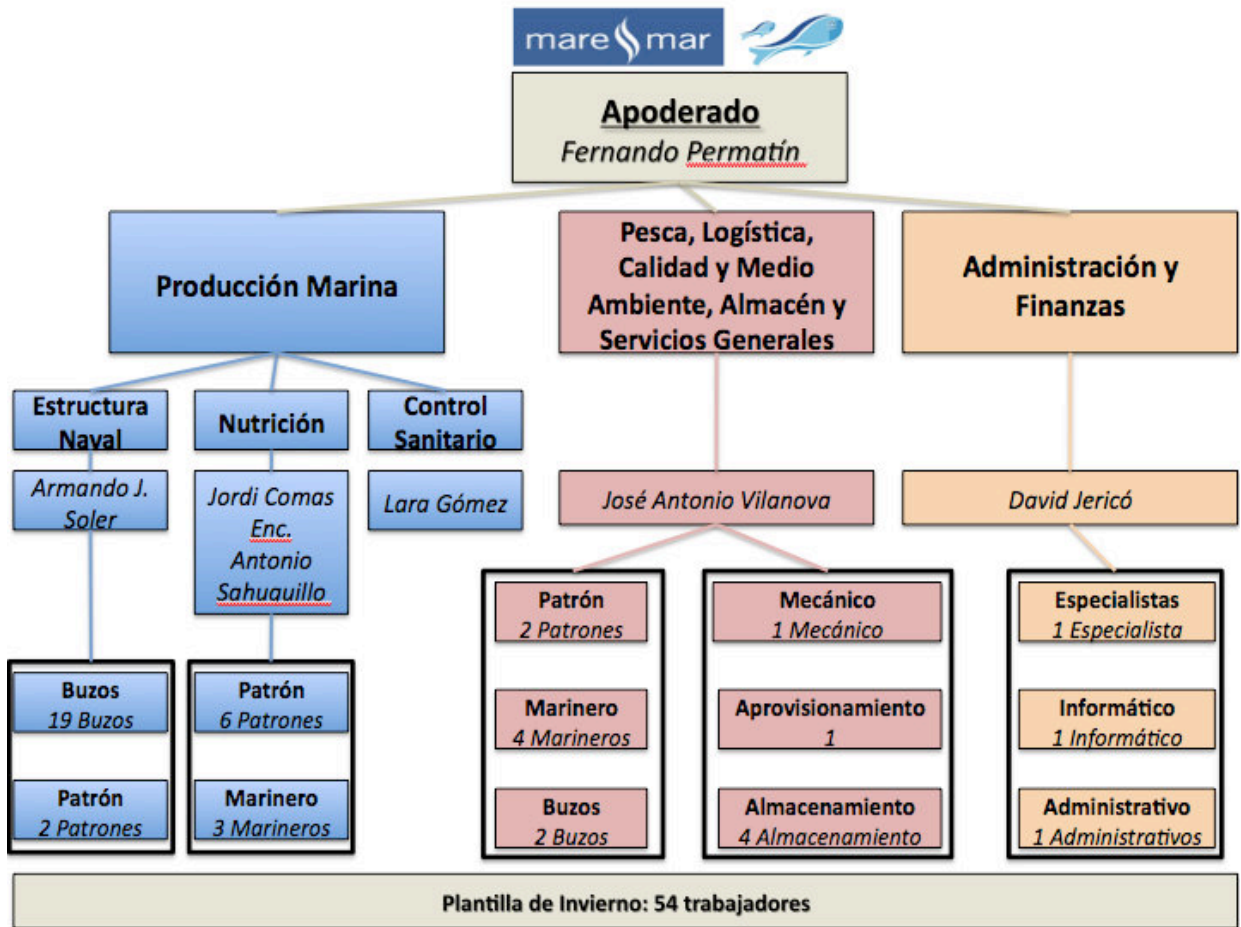


Figura 9: Plantilla fija de Acuigroup MareMar SL.

Pero esta plantilla se ve aumentada un 24% en la época de verano (Figura 10), debido a que en esa época es cuando más se demanda mano de obra por los incrementos de la ingesta de los animales y el aumento en el mantenimiento de las instalaciones.

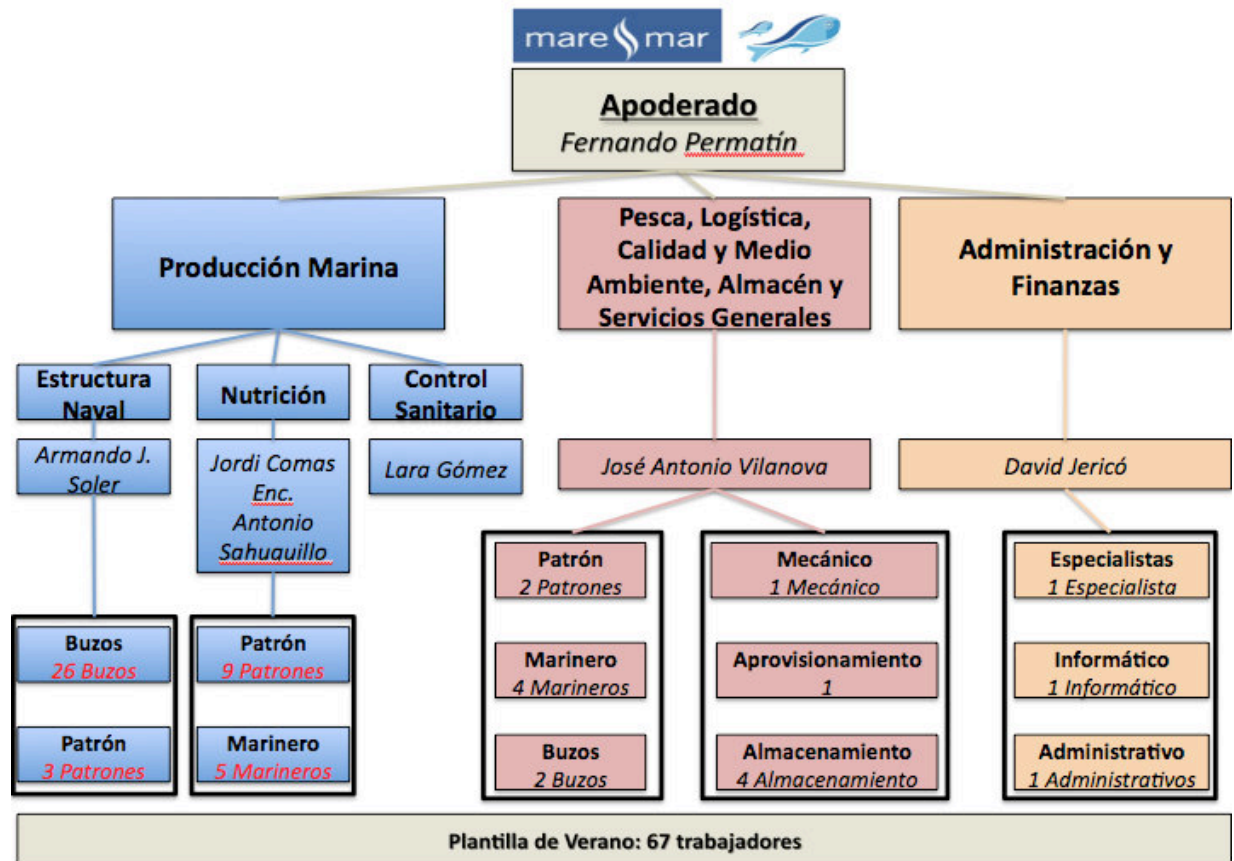


Figura 10: Plantilla de verano de Acuigroup *MareMar SL*.

Los trabajadores de *MareMar* que trabajan en el mar o fuera de oficina, tienen jornadas laborales de 8 horas, donde trabajan 7 días seguido librando 3 días; posteriormente trabajan 7 días y libran 4 días. Los empleados de oficina trabajan jornadas de 8 horas, de Lunes a Viernes; mientras que los encargados de cada sección trabajan de Lunes a Viernes, 8 horas por día, pero normalmente extendiéndose estas horas por cuestión de trabajos.

### 1.2.3.1 Estructura a Nivel de Producción

En la empresa Acuigroup *MareMar SL* la estadía de los animales en las instalaciones es de 18 – 19 meses, donde normalmente los peces entran con un peso de 10 g y se pescan sobre los 400 g (Figura 11), durante todo este tiempo existe un control riguroso de la mortalidad.

No obstante, en el Bloque II (Capítulo I, apartado 1.4.3 Predicción del peso), se analizará más profundamente las curvas de crecimiento de los diferentes lotes.

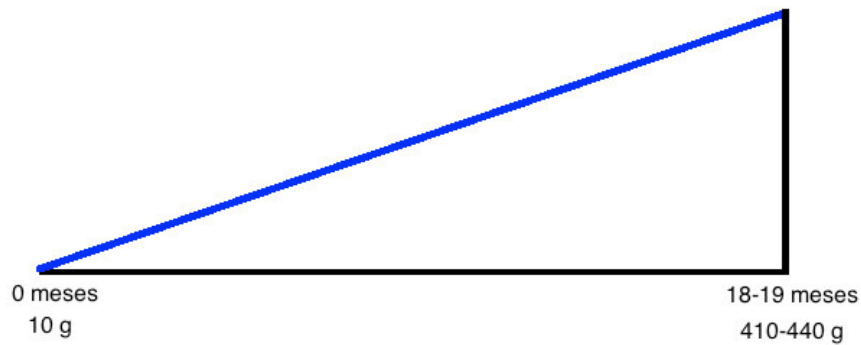


Figura 11: Ciclo de los animales en la instalación.

Los animales son introducidos en la instalación, siguiendo un protocolo de siembra, en las fechas de acuerdo a su plan de producción. Estos lotes introducidos deben de cumplir una calidad y cantidad de entrada.

En **MareMar**, 4 de cada 7 días se revisa la mortalidad, existe una alta tasa de revisión. Esta mortalidad se divide en dos sub-apartados:

- Mortalidad Registrada: Donde se anota directamente el número de bajas (en superficie o en el fondo del copo) y se introduce en el sistema.
- Mortalidad No registrada: Debido a que muchas pérdidas no pueden ser cuantificadas porque no se encuentran los restos del animal, se estiman:
  - Predación: 5 kg de peces por ave encontrada.  
100 peces por pez depredador encontrado dentro de la jaula.
  - Fugas por agujeros: Viene en función del número y del tamaño de los agujeros, de donde se obtienen el número de animales:

0-5 cm → 1 Fuga  
 5-40 cm → 200 peces  
 >40 cm → En función de la posición

$$Fugas = \frac{N^{\circ} \text{ Agujeros} * \text{Tamaño Agujero}}{5} * 100$$

Como mínimo se persigue lograr un 0,9% de mortalidad mensual por lote, siguiendo un histórico de mortalidad. Sino se alcanza cada mes este porcentaje de mortalidad, se le añade la diferencia al sistema, siendo conservadores con sus datos.

Para la empresa es muy importante conocer en todo momento el peso medio de cada uno de sus lotes, de este modo saben la biomasa; porque deben tener los peces en el agua el tiempo correspondiente, no sólo desde el punto de vista más productivo, sino tener la biomasa justa para cubrir los meses poco productivos. Para cumplir este requisito, en cada lote a partir de 60 g, se le realiza al menos 4 muestreos (con diferentes procedimientos) para poder calcular el peso medio de ese lote (Figura 12). En los peces de entre 10-60 g, no les importa la inversión en alimento y prefieren una sobrealimentación (5-10% del total), para poder asegurarse de que los alevines se adaptan perfectamente a las condiciones. Para las siguientes tallas las tasas de alimentación se ajustan a las tablas.

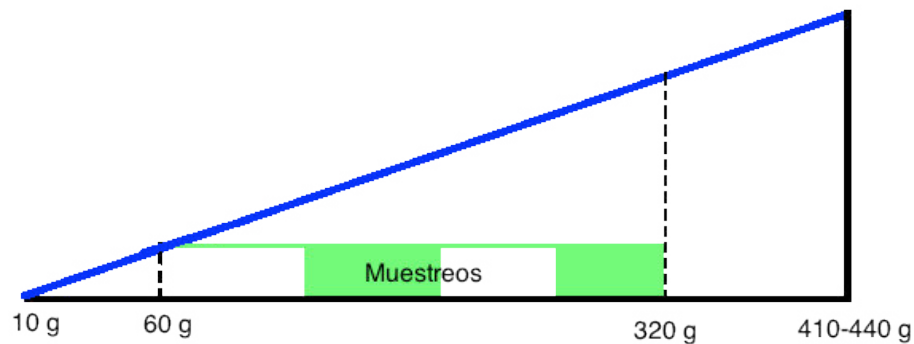
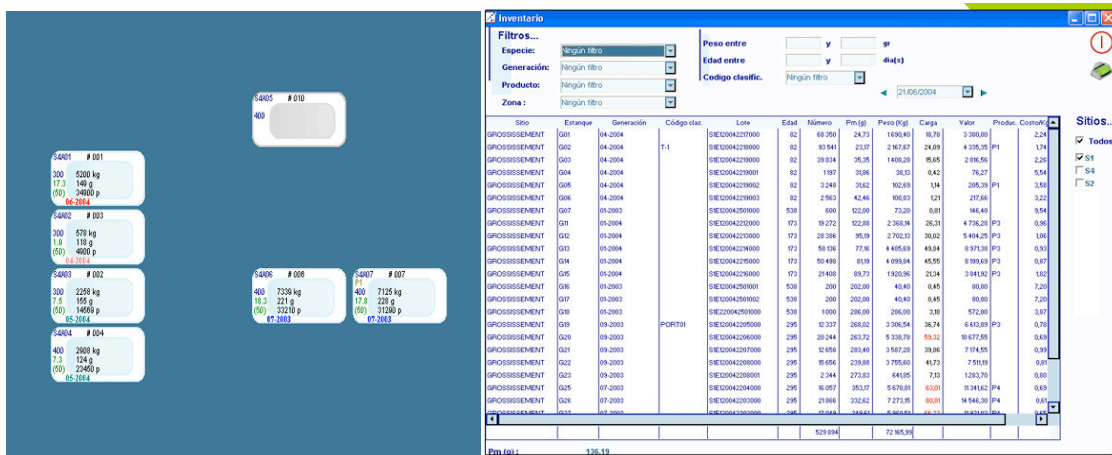


Figura 12: Distribución de los muestreos.

La empresa utiliza dos programas informáticos para tener al día todo lo referente a la gestión de la instalación:

- Nova-Fish: Programa comercial de Iaquacultures, es un programa de gestión de producción y de trazabilidad para los cultivos de peces marinos. Administra la existencias de peces, jaulas, redes. (Figura 13).



Acondicionamiento	Plenso	Cantidad (kg)
Bolsa	ALIM/A 002	272,0
	ALIM/A 003	47,0
	ALIM/A 004	3 099,0
	ALIM/A 005	1 358,0
	ALIM/A 006	704,0
	ALIM/A 007	20,0
		<b>5 500,0</b>
Silo	01 ALIM/A 002	931,0
	02 ALIM/A 007	1 276,0
	03 ALIM/A 005	491,0
	<b>2 698,0</b>	

**Total pienso distribuido : 8 198,0**

Figura 13: Programa Nova-Fish

- Nemo: Programa diseñado en la empresa que muestra los datos en “timeline”, donde marca las patologías, muestreos, proveedores, evoluciones, etc... de cada uno de los lotes (Figura 14).

HISTÓRICO DE MUESTREOS DEL LOTE **L120906M05CLX**

Granja:	Costa Blanca	Especie:	Lubina	Proveedor:	CULMAREX
Nº Jaula:	J25	Fecha siembra:	06/09/2012		

Jaula	Fecha	Tipo Muestreo	PM Modelo	PM (1) Novafish	PM (2) Muestra	Dif. PM2/PM1	Dif. %	N	Nuevo PM	Actualizado	CV %	% Malf. Graves	% Malf. Total
J25	21/03/2013	..Otros	72	68	39	-29,00	57	9	0,00		31	0,00	0,00
J25	05/06/2013	Cambio de red	106	91	83	-8,00	91	27	0,00		23	0,00	0,00
J25	12/06/2013	Biometria	112	95	88	-7,00	93	32	90,00	12/06/2013	53	0,00	0,00

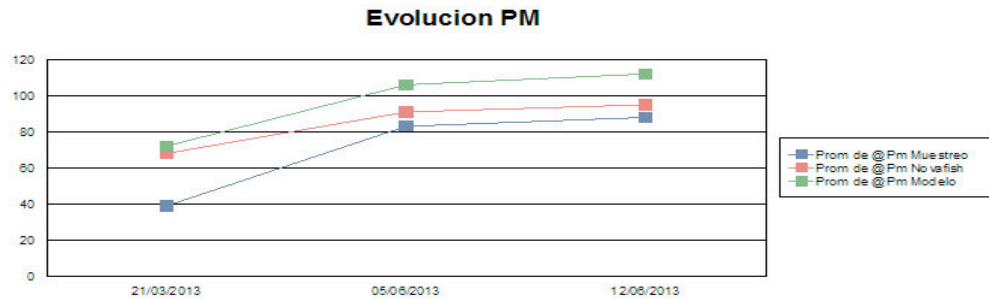


Figura 14: Programa Nemo.

## 1.2.4 Dotación

La empresa en términos de dotaciones se puede separar en dos categorías:

- **Dotaciones en Tierra:** *MareMar* dispone de unas instalaciones en el Puerto de Sagunto de 50400 m<sup>2</sup>, distribuidas en dos plantas. En la planta baja se encuentra la zona de almacenamiento del pienso, cámara frigorífica (para el almacenamiento de las pescas), máquina de hielo (utilizado para la conservación del pescado en el mar), zona de recarga de las botellas de aire de los buzos, zona de procesado (actualmente inactiva) y vestuarios de los empleados (Figura 15).



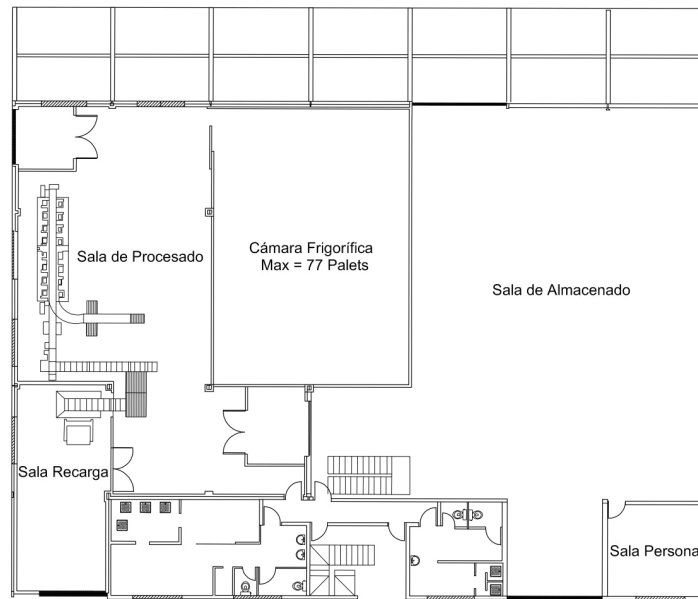


Figura 15: Planta baja de la nave industrial de **MareMar**.

Mientras en la primera planta se encuentra las oficinas, despachos y el almacén del material (Figura 16).

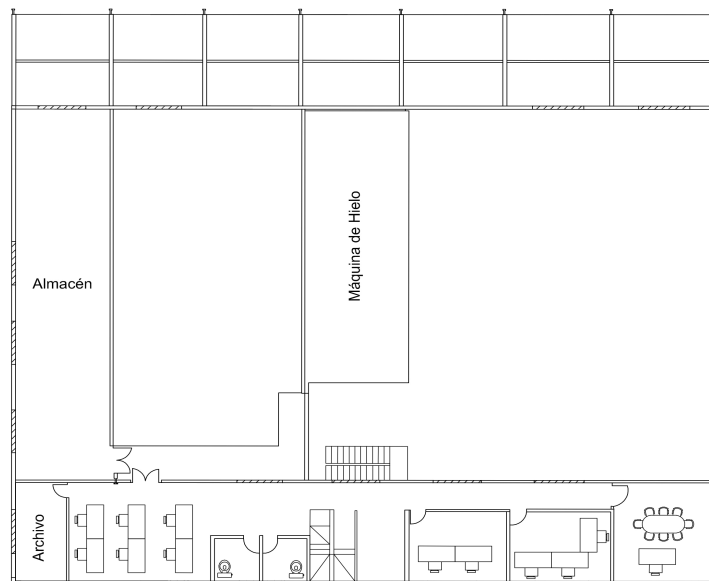


Figura 16: Primera planta de la nave industrial de **MareMar**.

- **Dotaciones en el mar y para el mar:** Disponen de 60 jaulas de 25 m de diámetro, tanto el calado y la luz de la red viene en función de si contiene alevines o adultos. También tienen 10 jaulas auxiliares de 18 m de diámetro para facilitar las pescas de las jaulas.

Las jaulas están colocadas en trenes de 6x2 en 5 fases (2 fases corresponden a Acuimed y 3 fases a Costa Blanca), en la orientación E-W.

Las jaulas están constituidas por dos aros de flotación (con su barandilla correspondiente), 36 candeleros, 1 torre anti-pájaro, 1 red anti-pájaro y 1 aro contracorriente. Todo anclado al entramado y fondeado (Figura 17).

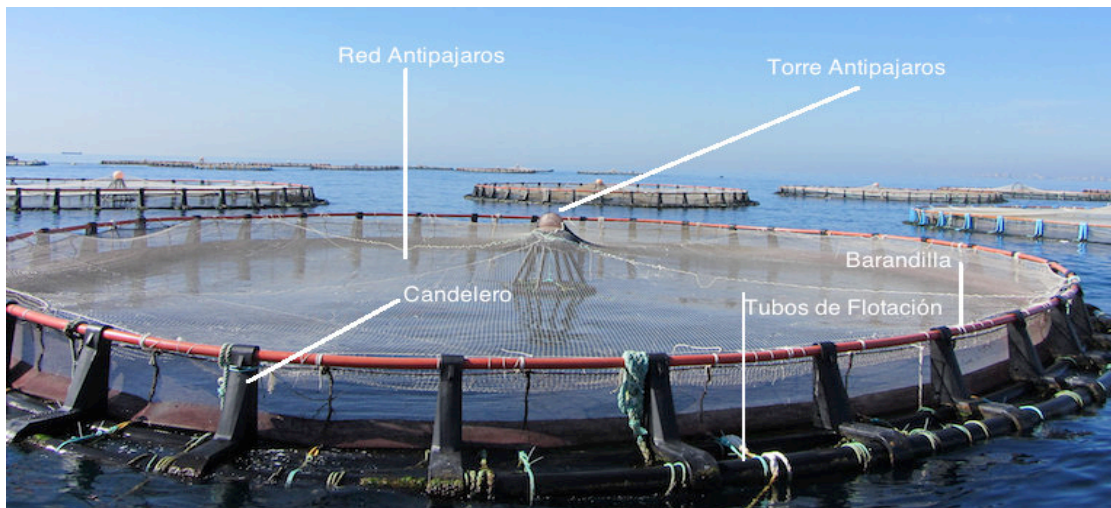
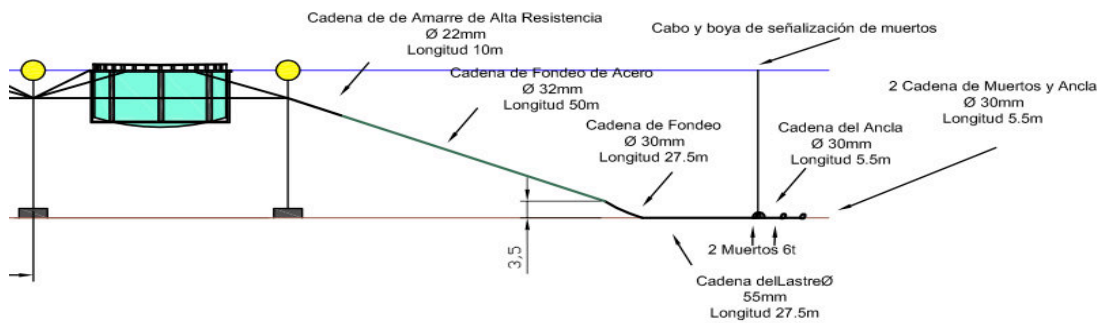
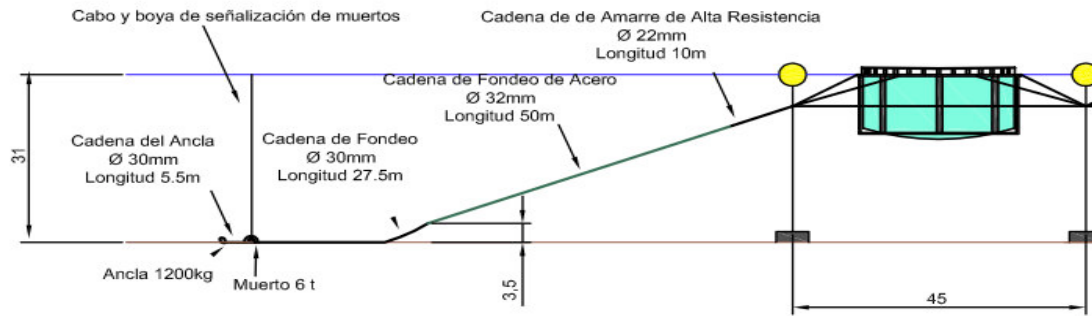




Figura 17: Esquema e imágenes de las jaulas flotantes.

**MareMar** también dispone de una flota de barcos para poder realizar las labores en el mar:

- *MareMar 1*: Barco utilizado para labores de estructura.



Figura 18: *MareMar 1*

- *MareMar 2*: Barco silo, encargado de realizar la alimentación de los adultos mediante un sistema automático.



Figura 19: MareMar 2 y mecanismos de los silos.

- MareMar 3: Barco silo, encargado de realizar las jaulas que no se encarga MareMar2.



Figura 22: MareMar 20 y mecanismo de los silos.

- Acuimedsa 1: Encargado de realizar labores de mantenimiento y utilizado para las siembras.



Figura 21: Acuimedsa 1.

- Acuimedsa 2: Destinado a la alimentación tanto a mano como con cañón.



Figura 22: Acuimedsa 2.

- *Crimar 1*: Embarcación utilizada para la alimentación (a mano, cañón o cañón y grúa), como para realizar tareas de mantenimiento.



Figura 23: *Crimar 1*.

- *Crimar 4*: Embarcación destinada a la alimentación tanto a mano como con canon.



Figura 24: *Crimar 4*.

Cada barco encargado de la alimentación (excepto los silos), dispone de un cañón para poder alimentar de forma automática (Figura 25).



Figura 25: Cañón de alimentación.

La empresa dispone de equipos de buceo completos para cada uno de los empleados encargados de los trabajos sub-acuáticos y de elementos de repuesto para poder sustituir cualquier elemento de las jaulas.

También dispone del equipo de siembra que está constituido por:

- 4 cubas de transporte cilíndricas con fondo en pendiente para facilitar la salida de los peces. Dos de las cubas son de acero inoxidable, las otras dos de fibra de vidrio (5000 l), con puerta de carga superior y una de descarga frontal.
- Botellas de oxígeno líquido de 50 l de capacidad a 300 bar de presión.
- Caudalímetro
- Oxímetros
- Difusores de oxígeno
- Tubos flexibles para la descarga.

## 1.3 Actividad realizada

### 1.3.1 Organigrama de las prácticas

Las prácticas se realizaron en la época de verano, desde el 1 de Junio al 31 de Agosto, trabajando de Lunes a Viernes con un horario irregular, que venía en función

del trabajo que se iba a realizar. Durante todo este tiempo se realizó una serie de labores para la empresa y también se desarrolló un trabajo de investigación, quedando reflejado en el organigrama siguiente (Figura 26).

<b>JUNIO</b>	<b>3</b>	1ª Reunión Coordinación	<b>4</b> 6:00-14:00	Alimentación Alevines (Cañón)	<b>5</b> 6:00-15:30	Alimentación Alevines (A pala) Biometrías (52,52X,53,53X)	<b>6</b> 6:00-14:00	Alimentación Alevines (A pala y Cañón)	<b>7</b> 10:00-12:00	Gabinete (Como funciona el Sistema de Producción de MareMar)	
	<b>10</b> 9:00-19:30	Control de Calidad (Alevines de Guardamar)	<b>11</b> 6:00-18:00	VICASS Lubina Siembra Lubina (3 Camiones)	<b>12</b> 6:00-20:00	Biometría VICASS Lubina	<b>13</b> 8:00-21:00	Biometría VICASS Lubina Biometría VICASS Dorada	<b>14</b> 6:00-13:00	VICASS Dorada	
	<b>17</b> 8:30-14:00	Procesado de VICASS Lubina	<b>18</b> 6:30-15:00	Alimentación Alevines (A pala) <b>Biometría Sanitaria</b>	<b>19</b> 8:30-18:00	Procesado de VICASS Lubina	<b>20</b>	Solucionar Problemas con VICASS	<b>21</b> 6:30-13:30	Alimentación Adultos (Con Cañón y Grúa)	
	<b>24</b> 6:00-17:00	Procesado de VICASS Lubina	<b>25</b> 6:00-18:00	Procesado de VICASS Lubina	<b>26</b> 6:30-13:30	Siembra de Lubina (3 Camiones)	<b>27</b> 9:00-17:00	Procesado de VICASS Lubina	<b>28</b> 6:30-13:30	Siembra Dorada (3 Camiones)	
	<b>JULIO</b>	<b>1</b> 6:00-14:00	Alimentación Alevines y Adultos (A Cañón y Cañón con Grúa)	<b>2</b> 8:00-14:00	Gabinete	<b>3</b> 6:00-14:00	Transbase de Jaula Siembra de Lubina (En barco)	<b>4</b> 6:00-14:00	Alimentación Alevines (A pala y Cañón)	<b>5</b> 8:00-14:00	Procesado de VICASS Lubina
<b>8</b> 6:00-18:00		Biometría VICASS Dorada	<b>9</b> 6:00-18:00	<b>Siembra Corvina (2 Camiones)</b> Biometría VICASS Lubina	<b>10</b> 6:30-14:00	VICASS Dorada	<b>11</b> 6:00-20:00	Siembra Lubina (3 Camiones) Biometría VICASS Lubina	<b>12</b> 6:00-13:00	VICASS Lubina	
<b>15</b> 8:00-17:00		Procesado de VICASS Lubina	<b>16</b> 8:00-19:00	Procesado de VICASS Lubina	<b>17</b> 6:30-14:30	Alimentación Alevines (A pala y Cañón)	<b>18</b> 6:30-13:00	Poner Tubos para Alimentación con Silos	<b>19</b> 6:30-10:30	Poner Tubos para Alimentación con Silos	
<b>22</b> 6:00-14:00		Poner Tubos, anclarlos y coser (Para Silos)	<b>23</b> 6:00-14:00	Siembra Lubina (2 Camiones) Alimentación Alevines (A pala)	<b>24</b> 6:00-14:00	Siembra de Lubina (2 Camiones) Alimentación Alevines (A pala y Cañón)	<b>25</b> 6:00-14:30	Poner Tubos, anclarlos y coser (Para Silos) <b>Alimentación Corvina (25kg en 45min)</b>	<b>26</b> 6:00-14:00	Alimentación de Alevines (A pala y Cañón)	
<b>29</b> 6:00-14:00		<b>Alimentación Corvina (25kg en 45min)</b> Alimentación Alevines (A pala y Cañón)	<b>30</b>	Fiesta Puerto de Sagunto	<b>31</b> 6:00-14:00	<b>Alimentación Corvina (25kg en 45min)</b> Alimentación Alevines (A pala y Cañón)					
<b>AGOSTO</b>								<b>1</b> 6:00-14:00	<b>Alimentación Corvina (25kg en 45min)</b> Alimentación Alevines (A pala y Cañón)	<b>2</b> 6:00-14:00	<b>Alimentación Corvina (25kg en 45min)</b> Alimentación Alevines (A pala y Cañón)
		<b>5</b> 6:00-14:00	<b>Alimentación Corvina (25kg en 45min)</b> Alimentación Alevines (A pala y Cañón)	<b>6</b> 6:00-19:00	VICASS Dorada Biometría VICASS Dorada	<b>7</b> 6:00-10:00	Biometría VICASS Dorada	<b>8</b> 6:00-20:00	Siembra Lubina (4 Camiones) Biometría VICASS Lubina	<b>9</b> 6:00-13:00	VICASS Lubina
		<b>12</b> 6:00-19:00	Biometría VICASS Lubina	<b>13</b> 6:30-13:00	Gabinete	<b>14</b> 8:30-12:00	Gabinete	<b>15</b> <b>16</b> <b>Redacción Trabajo Final de Master</b>			
		<b>19</b>	<b>Redacción Trabajo Final de Master</b>				<b>22</b>	Procesado de VICASS Lubina	<b>23</b> Procesado de VICASS Lubina		
		<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>Redacción Trabajo Final de Master</b>						

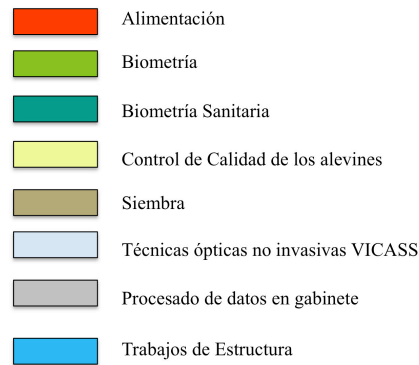


Figura 26: Organigrama y leyenda de día a día de las prácticas en *MareMar*.

### 1.3.2 Control de Calidad / Carga de Preengorde

El Control de Calidad se realizó en la empresa ALEVINES de GUARDAMAR en Guardamar del Segura (Alicante), donde *MareMar* tenía contratado un lote de 300.000 alevines de lubina.

Siempre, previa a la carga de los alevines, debe existir una aceptación del lote, se realiza mediante un control de calidad o el Jefe de Preengorde enviará un informe de entrada (biometría, patologías, histórico de diagnóstico, fechas de las puestas de los ciclos originales que conforman el lote).

Dicho control se realiza antes de la carga, dos semanas antes de la siembra, el personal de *MareMar* visitará las instalaciones de la empresa se alevines con el fin de:

1. Enviar una muestra de peces del lote al laboratorio externo para descartar infecciones.
  - Peces en fresco: Se toman aproximadamente 30 peces, entre ellos los que muestren problemas, y se distribuyen en 2-3 bolsas de plástico con cierre hermético. Los peces son enviados al laboratorio en una caja de póllex con hielo (Figura 27).



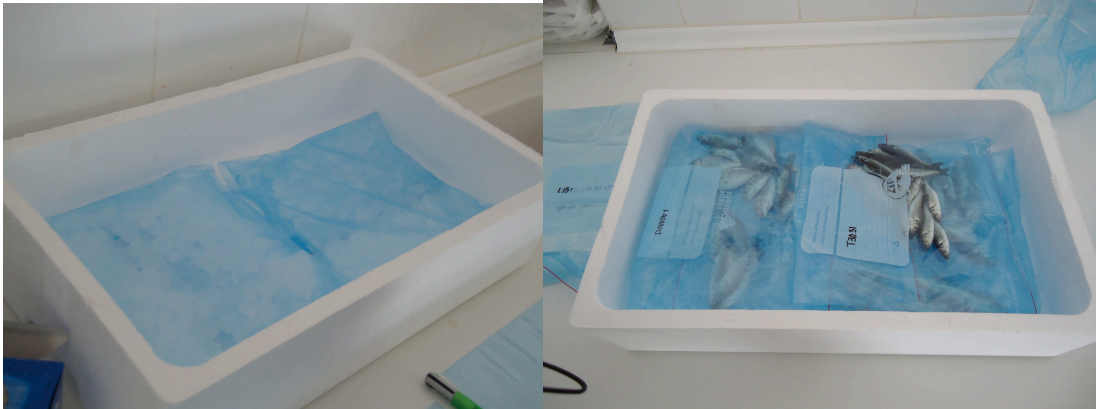


Figura 27: Modo de envío de peces frescos al laboratorio.

- Peces en formol al 10% para el estudio histopatológico: Se envían de 10 a 15 peces, donde se abre y se saca los órganos internos, estos se colocan en recipientes con formol. Los peces enteros (sin órganos) se colocan en un bote de formol, y todo será mandado al laboratorio.
- 2. Se realiza una biometría de control. Anotando los pesos medios y malformaciones, con el objetivo de comprobar que estos se encuentran dentro de los rangos exigidos.

La preparación de los alevines para el correcto desarrollo de la siembra se realiza cuando:

- Cuando la temperatura sea inferior a 18 °C el ayuno será de 48 h.
- Si la temperatura del agua es superior a 18 °C, un ayuno de 36 h.

Se debe aumentar las renovaciones de agua diarias para conseguir una calidad de agua óptima para la carga, vigilando la concentración de oxígeno disuelto, amonio y nitritos en el agua.

Para la preparación del transporte, se aplica medidas de limpieza y desinfección de las cubas de los camiones o barcos, para poder prevenir enfermedades infecto-contagiosas de los animales. Tras la desinfección, es muy importante aclarar con agua abundante para evitar que queden residuos de desinfectante que puedan resultar tóxicos para los peces. Posteriormente se realiza una comprobación del estado y funcionamiento de las cubas de transporte, haciendo hincapié en los sistemas de difusión de oxígeno.

Posteriormente se realiza la carga de los alevines en el transporte. Se suprime la renovación de agua y se reduce el volumen de agua del depósito que contiene los peces para facilitar su pesca, prestando atención a la concentración de oxígeno disuelto.

Paralelamente a la carga, se realiza un muestreo para comprobar coeficientes de variación, peso medio del lote y poder conocer la biomasa total (Figura 28).



Figura 28: Reducción del nivel del agua de los tanques para facilitar la pesca, y pesada de los peces capturados.

Los peces se distribuyen en las cubas, vigilando en todo momento el oxígeno de las cubas de transporte y las densidades. Se debe comprobar el comportamiento de los peces cuando sean introducidos en la cuba (*que naden hasta el fondo donde permanecen un cierto tiempo*) (Figura 29).



Figura 29: Distribución de los peces en las cubas.

Una vez finalizada la carga, se renueva el agua de las cubas durante un tiempo, controlando el oxígeno, el cual tiende a bajar rápidamente durante la renovación. Finalizada esta tarea y tras comprobar de nuevo el estado de los peces y el nivel de oxígeno, se iniciará el transporte.

### 1.3.3 Siembra

Durante todo el periodo de prácticas se realizaron varias siembras, de lubina, dorada y corvina. Estas llegaban de diferentes empresas, y por lo tanto, emplazamientos distintos. Los pedidos solían ser de 300.000 animales, distribuidos en 3 camiones, uno de ellos fue suministrado en barco. Las condiciones y metodologías seguidas en este proceso, se comenta a continuación.



Las siembras son los procesos para la introducción de nuevos lotes en la instalación, donde debe existir unos requisitos indispensables en los indicadores anuales de calidad:

- Grado de dispersión  $\leq 25\%$
- Malformaciones funcionales  $\leq 0,5\%$
- Mortalidad 5 días postsiembra  $< 0,5\%$


Además, la empresa de suministro de los alevines debe añadir el 3% al número de peces facturados, en concepto de error de conteo. Pero si en el caso de que algún lote quede por encima de estos valores marcados anteriormente, la empresa suministradora abonará a **MareMar** la cantidad acordada en función del grado de dispersión o malformaciones, siendo **MareMar** en todo momento quien acepte el lote.

Las empresas suministradoras de alevines para **MareMar** son:

#### **Dorada:**

- Grupo Tinamenor 
- Grupo Andromeda 
- Grupo Culmarex 
- Ferme Marine de Douhet

#### **Lubina:**

- Los Poissons du Soleil 
- Grupo Andromeda
- Grupo Culmarex
- Grupo Tinamenor

#### **Corvina:**

- Grupo Andromeda

La siembra vendrá en función de si el transporte es por barco o por camión.

### **1.3.3.1 Transporte por barco**

En el caso de que el transporte se realice por barco, la empresa de transporte es la encargada del proceso de descarga. Se utiliza un barco especial o “well Boat” que permite la descarga directamente en las jaulas en el mar abierto. Este proceso reduce el estrés que podría ser ocasionado por el transporte convencional con camiones (Figura 30).



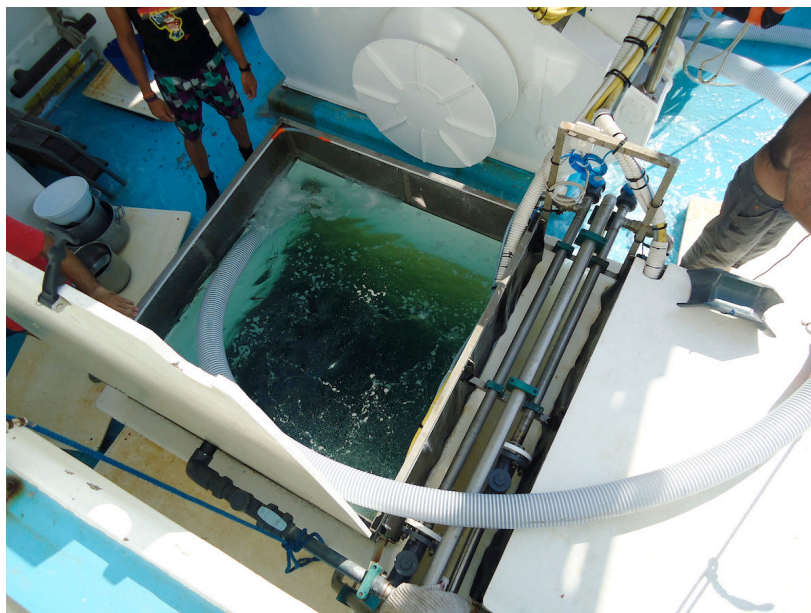
Figura 31: Imagen del barco de siembra o well boat.

La principal característica de esta embarcación es su sistema de carga-descarga, que se basa en disminuir algunos de los puntos más críticos relativos al transporte. En esta modalidad, se pasan a los alevines por conductos mediante procesos de presión o vacío (máquina Pin-Pin), conectado con tubos transparentes para ver que los peces circulan correctamente (Figura 32). Directamente estos tubos se introducen en las jaulas para liberar los animales. Otra ventaja de este sistema, es la continua renovación del agua.



*Figura 32: Máquina de vacío y tubos transparentes para el transporte de los peces.*

Este barco además, dispone de un contador de peces sumergido; oxigenación artificial; recirculación de agua natural y forzada; sensores de oxígeno, pH, temperatura, salinidad y turbiedad (Figura 33).



*Figura 33: Tanques donde se depositan los peces para el transporte*

### 1.3.3.2 Transporte por Camión

Para el traslado de los alevines a las jaulas de engorde se utilizan camiones especialmente diseñados para este fin. Estos vehículos, cuentan con una plataforma sobre la que se ubican una serie de depósitos isoterms con un sistema de distribución y difusión de oxígeno líquido en el agua de transporte y con sistemas de control automático que detectan y avisan de cualquier variación de las condiciones fijadas para el transporte (Figura 34).



*Figura 34: Camión adaptado para el transporte de alevines.*

Durante el transporte, los peces deberán ir relajados, controlando en todo momento los parámetros. Tras llegar al destino y antes de proceder a la descarga, será necesario realizar una renovación fuerte del agua del camión, de forma progresiva con objeto de adaptar los peces a las características del agua donde van a ser introducidos. El responsable del transporte en todo momento ha de vigilar el comportamiento de los animales.

La descarga es el punto más crítico del transporte. Previamente se procederá al vaciado parcial de las cubas del camión. A continuación se realiza la descarga empleando un tubo rígido de PVC que conduce a los peces desde las cubas del camión a las cubas de transporte (Figura 35), se tendrá el agua saturada de oxígeno.



*Figura 35: Descarga de los alevines del camión hacia el barco con las cubas.*

Durante todo el proceso se vigilará constantemente los peces. Hay que tener en cuenta que normalmente se descargan varias cubas del camión en una sola cuba en el barco, por lo tanto la densidad suele ser elevada. La concentración se mantiene en 14-18 mg/l.

### **1.3.3.3 Transporte hacia las jaulas**

Es un momento delicado, debido a la densidad de transporte en las cubas. En el cual se comprueba constantemente el oxígeno, vigilando los peces en todo momento. En el transporte, entre el equipo se deberá disponer de una manguera auxiliar con difusor, conectada a las botellas de oxígeno y lista para cualquier emergencia.

Una vez en el lugar de descarga, se procede de la manera más rápida, pero no sin comprobar que las mangueras está correctamente acoplado y comprobando que se descarga dentro de las jaulas correctas de siembra (Figura 36). Tras un periodo no inferior a dos horas desde la descarga, se retirarán las bajas producto de la siembra.



Figura 36: Descarda de los alevines en la jaula.

### 1.3.4 Alimentación

La alimentación es uno de los procesos más importantes porque es con diferencia el mayor gasto de una empresa de acuicultura, siendo el 55% del coste, por eso también ha ocupado un mayor número de horas en las prácticas realizadas en la empresa. Los piensos no consumidos, además de suponer un sobre coste, caen al fondo formando capas impermeables que impiden el paso del oxígeno y crean gases tóxicos.

Para conocer la cantidad de pienso que se va a suministrar, se utilizan las tablas de alimentación que proporcionan las propias empresas fabricantes de piensos. En **MareMar** se calculan todos los días las tasas de alimentación para cada jaula, en función de la ingesta del día anterior, comportamiento de la alimentación del día anterior, biomasa, peso medio, temperatura del agua y también entre en juego la disposición de pienso.

La empresa trabaja con dos empresas de pienso, Skretting y BioMar, que les suministran pienso de 2, 3, (4,5) y (6,5) mm. Utilizando el mismo pienso para las dos especies, no utilizando pienso específico para Lubina y Dorada (La Corvina esta recién introducida en el sistema productivo de **MareMar**, en principio se está alimenta con pienso de Dorada, pero un futuro si que tendrá pienso específico de Corvina).



– Inicio Plus 568 (1,9 mm)

<b>Energía digestible BioMar (MJ/kg)*</b>	<b>17,5</b>
<b>Prot. Digestible / En. Digestible (g/MJ)</b>	<b>24,3</b>
Proteína bruta (%)	48,0 - 52,0
Grasa bruta (%)	14,0 - 18,0
Carbohidratos (%)	18,0 - 22,0
Celulosa bruta (%)	1,5 - 2,5
Cenizas (%)	6,0 - 9,0
Total Fósforo (%)	0,9 - 1,1
Energía bruta (MJ/kg)	22,5 - 21,4
Energía digestible clásica (MJ/kg)**	18,8
Vitamina A - añadida (U.I/kg)	7500
Vitamina D3 - añadida (U.I/kg)	1500
Vitamina E - añadida (mg/kg)	260
Vitamina C - añadida (mg/kg)	150
Número de pellets indicado por kg	125000
Pigmentante	

**Composición**

Gluten de maíz
Guisante
Harina de pescado
Torta de soja
Gluten de trigo
Aceite de pescado
Aceite vegetal
Probióticos
Vitaminas y minerales
<b>Contenido en OGM menor 0.9%</b>

Figura 37: Composición e ingredientes nutricionales del pienso, valores oscilantes en función de la disposición de ingredientes para crear cada lote.

– Efico YM 553 (3-4,5-6,5 mm): Tienen incorporado hemoderivados de alta digestibilidad, debido al cambio de la legislación, abaratando los precios.

<b>DECLARACIÓN</b>	<b>3 mm</b>	<b>4,5 mm</b>	<b>6,5 mm</b>
<b>Energía digestible BioMar (MJ/kg)*</b>	<b>16,4</b>	<b>16,7</b>	<b>16,8</b>
<b>Prot. Digestible / En. Digestible (g/MJ)</b>	<b>23,8</b>	<b>22,1</b>	<b>20,7</b>
Proteína bruta (%)	44,0 - 48,0	41,0 - 45,0	40,0 - 44,0
Grasa bruta (%)	14,0 - 18,0	16,0 - 20,0	17,0 - 21,0
Carbohidratos (%)	12,0 - 21,0	16,0 - 26,0	16,0 - 26,0
Celulosa bruta (%)	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0
Cenizas (%)	5,0 - 8,0	5,0 - 8,0	5,0 - 8,0
Total Fósforo (%)	1,0 - 1,0	0,9 - 0,9	0,9 - 0,9
Energía bruta (MJ/kg)	19,9 - 21,2	20,9 - 22,0	21,0 - 22,2
Energía digestible clásica (MJ/kg)**	17,6	18,6	18,3
Vitamina A - añadida (U.I/kg)	5000	5000	5000
Vitamina D3 - añadida (U.I/kg)	1000	1000	1000
Vitamina E - añadida (mg/kg)	200	200	200
Vitamina C - añadida (mg/kg)	100	100	100
Número de pellets indicado por kg	35000	12500	4200



### Composición

Guisante
Torta de soja
Gluten de maíz
Harina de pescado
Torta de colza
Aceite de pescado
Harina de plumas hidrolizadas
Aceite vegetal
Harina de Sangre
Vitaminas y minerales
Contenido en OGM menor 0.9%

Figura 38: : Composición e ingredientes nutricionales del pienso, valores oscilantes , valores oscilantes en función de la disposición de ingredientes para crear cada lote.



: Demandado para la alimentación de los alevines, igual que BioMar integra en sus fórmulas productos hemoderivados.

- D-2 Alterna Basic 1P:

Proteína Bruta	47%	<b>Composición</b> Harina de soja tostada Trigo Harina de pescado Aceite de Pescdo Harina de pluma hidrolizada Harina de Sangre Harina de Girasol Gluten e Trigo Fosfato MonoCálcico
Aceites y Grasas Brutas	14%	
Ceniza Bruta	5,80%	
Fibra Bruta	3,70%	
Fósforo	0,80%	
Calcio	0,80%	
Sodio	0,30%	

Figura 39: : Composición e ingredientes nutricionales del pienso, valores oscilantes porque vienen la proporción exacta en cada lote creado

**MareMar** alimenta con una toma en invierno (mañana) y en veranos con dos tomas en los peces de engorde (mañana y tarde), alimentando los 7 días de la semana (exceptuando días de temporal, porque impide los trabajos en el mar). La tasa de alimentación está calculada por el encargado, pero la velocidad de alimentación viene en función del patrón y marineros. Se tiene que tener en cuenta que se tarda 45 minutos en llegar a la instalación, por lo tanto, se dispone de 6 horas para alimentar las jaulas asignadas ese día. A cada patrón se le entrega un informe o parte del día, donde marca: kilos de pienso por cada jaula, se puede aumentar la toma si los animales tienen buena respuesta. Además tiene que rellenar en este parte: hora de comienzo de cada toma, hora de fin de cada toma, valorar de 1 a 4 la ingesta de la jaula, si ha añadido más pienso a la toma; también puede añadir observaciones que merezca la pena mencionar.

La empresa utiliza diferentes técnicas de alimentación en función del tamaño de sus peces (Figura 40).

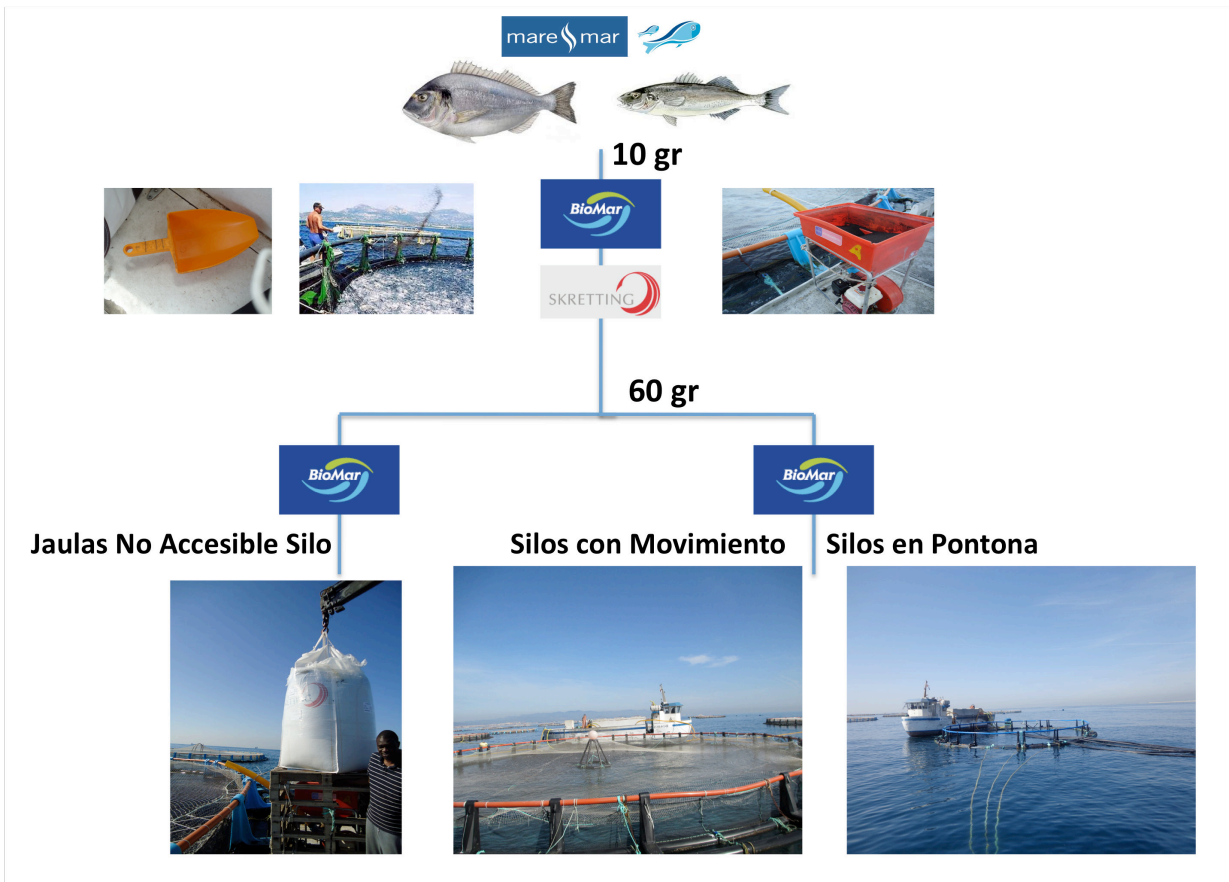


Figura 40: Esquema de las técnicas utilizadas en MareMar en función del tamaño de los peces.

A los alevines entrados en la instalación, se les adapta con una alimentación manual. El sistema manual, consiste en repartir el pienso a mano con una pala, es muy buen sistema, sobre todo al principio de la producción, ya que el responsable de alimentar debe estar muy pendiente de los peces e informar de cualquier eventualidad en la alimentación.

Una vez adaptados se complementa esta alimentación manual con una alimentación semi-automática, conocido como cañón. Este cañón, es un motor que acciona un soplante, que expulsa el pienso que se deposita en una tolva mediante una manguera de PVC, la caída del pienso al soplante se regula mediante una trampilla en función de la demanda que se le quiera dar a la jaula (Figura 41). Es muy eficaz, el personal está en contacto con la jaula y puede parar de alimentar si los peces no comen. El inconveniente es el ruido que generan los cañones y las posibles roturas de los mismos.

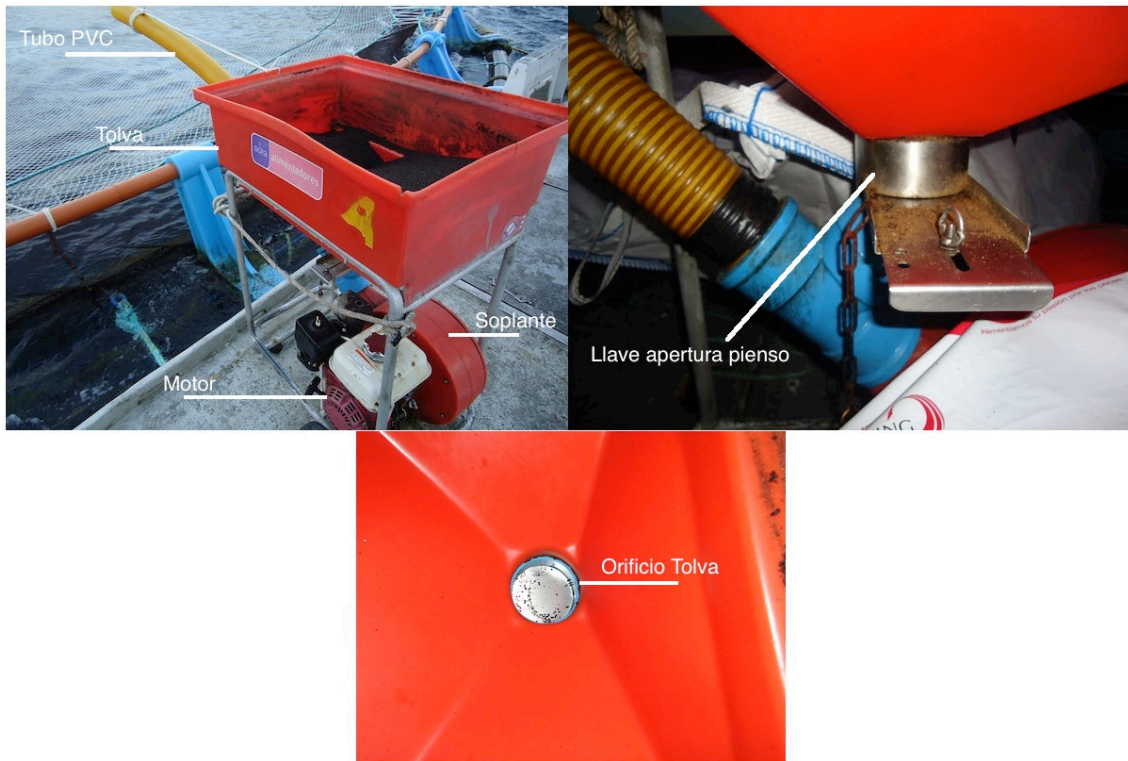


Figura 41: Cañón de alimentación semi-automática.

Una vez los animales han alcanzado el peso de 60 g, se les cambia el pienso de 2 mm por el de 3,5 mm, también cambia la técnica de alimentación. Se dividirá en alimentación semi-automática con cañón-grúa y alimentación con silo.

- Semi-automática con cañón-grúa: Básicamente la alimentación es igual que la comentada en semi-automática con cañón, la única diferencia es que la empresa suministradora de pienso, este diámetro de pienso lo suministra en sacas de 1000 kg. Para no tener un operario constantemente cargando la tolva del cañón con el pienso de la saca, esta se eleva con la grúa del barco y se coloca encima de la tolva del cañón. Previamente se ha diseñado una estructura de madera para que descansa el peso de la saca sobre ella. Una vez colocado, se abrirá la saca por la parte inferior y se pondrá el cañón en marcha, alimentando con normalidad y observando el comportamiento de los peces (Figura 42).

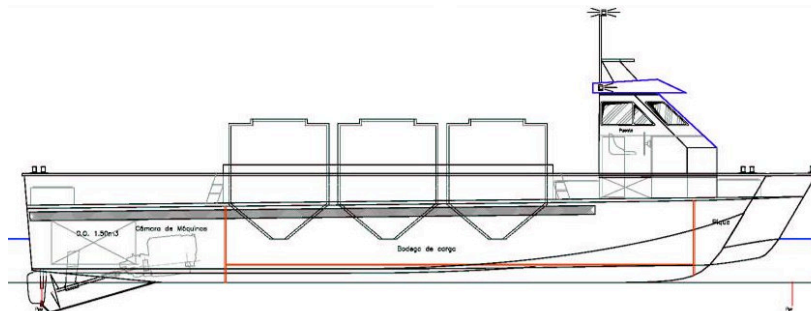
Esta técnica sólo se usa en aquellas jaulas donde los peces han superado los 60 g y están en las fases lejanas a los silos. De este modo, los silos se pueden dedicar a las fases donde se encuentran todos los adultos, ahorrando movimientos de embarcaciones tan grandes.



Figura 42: Sistema de alimentación semi-automático grúa-cañón.

– Sistema automático de alimentación “Silos”: Son embarcaciones donde se ha instalado un sistema de alimentación automático. En la cubierta del barco se colocan diferentes silos o depósitos donde se puede introducir grandes cantidades de pienso. Estos silos están conectados con la bodega del barco. Cada boca del silo tiene un dosificador del alimento, que trasfiere la alimentación al flujo de aire. El flujo de aire está accionado por los sopladores de alimento, que generan aire para el transporte de alimento en el sistema de alimentación. Y todo esto conectado a válvulas selectoras, para poder distribuirlos a las jaulas que se desean (Figura 43). El sistema de control del aire debe ser el óptimo, con un manejo suave del alimento, sino la tubería se podría bloquear o ocasionar pérdidas por pulverizar el pienso.

Todo este sistema está conectado a un procesador, que mediante un PC en el puente del barco, le permite al patrón controlar la velocidad de toma y el parado si fuera necesario. El patrón en todo momento esta controlando las jaulas, mediante prismáticos, para asegurarse de que se están alimentando los animales.



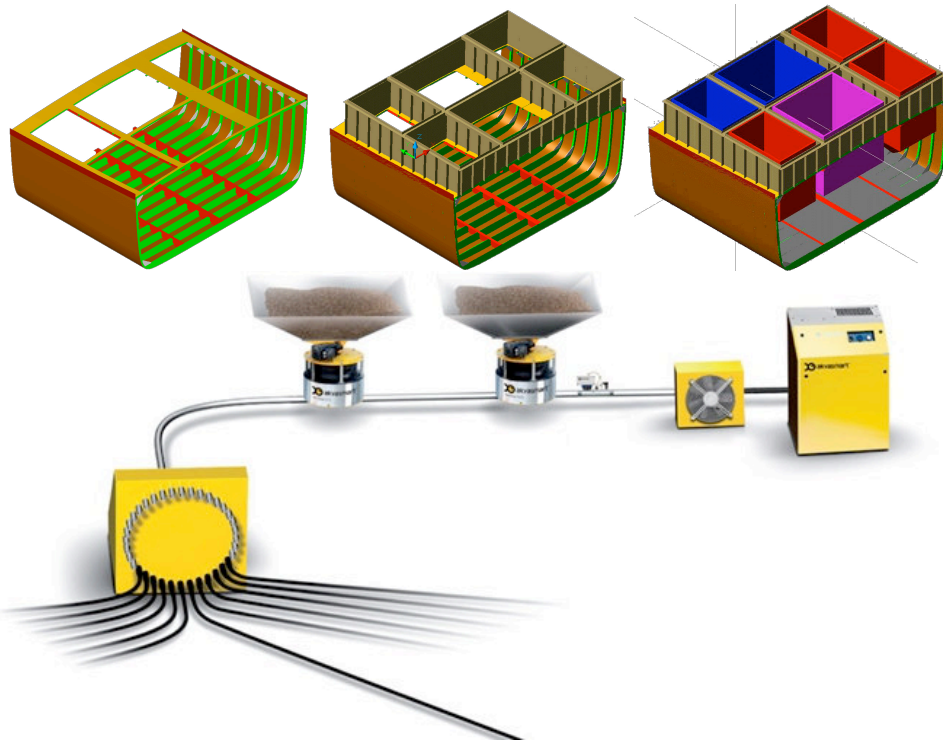


Figura 43: Tecnología de la alimentación automática en los silos.



Los silos pueden alimentar a 6 jaulas a la vez, pero en **MareMar** han integrado un sistema fijo de alimentación mediante la utilización de una jaula de distribución o “pontona”, entonces el silo puede realizar la alimentación de dos modos:

**Alimentación moviéndose el silo:** Como se ha comentado arriba, el silo puede alimentar a 6 jaulas a la vez, por lo tanto el silo se amarra a una de esas 6 jaulas, y los buzos distribuyen las mangueras por las jaulas que van a ser alimentadas, las amarran a las barandillas (apuntando al centro de la jaula). Posteriormente el patrón acciona el sistema informático, decidiendo la velocidad de toma en función de su tiempo y la cantidad de pienso que debe suministrar.

Cada silo se encarga de una fase (18 jaulas), realizando 3 movimientos. El silo tarda una media de 30 minutos en colocarse para cada movimiento, restándole también el desplazamiento del puerto a la instalación y viceversa, le queda un tiempo de 5 horas para poder alimentar 18 jaulas (1,7 horas en cada movimiento).

**Alimentación fija desde “pontona”:** Para poder optimizar el tiempo de alimentación y no tener tiempos de espera por los movimientos del barco y colocación de los tubos en las respectivas jaulas, se ha diseñado el sistema de la “pontona”. Este sistema actualmente utiliza una vieja jaula donde se le ha conectado tubos de polietileno, estos se distribuyen a las jaulas de (2,5) fases (30 jaulas), amarrándose en ellas (Figura 44). Los tubos tienen la suficiente longitud para poder absorber los esfuerzos del mar, estos también están enlazados entre ellos para permitir el paso de las embarcaciones y no crear sensación de desorden y dejadez (Figura 45). Con este sistema un único silo se amarra en esta “pontona” y puede alimentar a 30 jaulas sin moverse del sitio, sólo sustituyendo los tubos de 6 en 6 (2,2 horas para cada 6 jaulas). Con este sistema se mejora la alimentación, también supone un ahorro de combustible y mayor seguridad para los buzos (debido a que no tienen que ir nadando a colocar los tubos a las jaulas).



Figura 44: Silo conectado a la “pontona”



Figura 45: Enlazado de los tubos.

### 1.3.5 Muestreos

Como se ha comentado en puntos anteriores, la empresa realiza al menos cuatro muestreos por cada lote a partir de los 60 g.

Durante este tiempo de prácticas, en la empresa se ha realizado varios muestreos, además también se ha usado la tecnología VICASS (Video Imagen Capture And Size System), siendo una técnica de muestreo no invasivo (sin causar muerte). En el Bloque II (Capítulo III Resultados y Discusión), se detallará los resultados obtenidos con el muestreo VICASS.

Todos los muestreos realizados, son con muerte del animal por choque térmico (menos con el VICASS). La empresa prefiere sacrificar esos peces del muestreo antes que trabajar en el mar anestesiándolos y devolviéndolos, porque muchos de esos peces mueren por el stress y no pueden ser aprovechados. Los peces sacrificados en el muestreo son enviados a la planta procesadora (Grupo Andromeda), que los clasifica en

función de su tamaño (pequeños para sopas, etc. y grandes para la venta en filetes) y paga en función de su peso.

### **Muestreos:**

- ❖ Muestreo planificado: Son muestreos que se planifican para realizarlo. En la embarcación se cargan cubas con hielo, salabres y pienso específico de las jaulas que se van a muestrear.

- Dorada: La dorada es una especie bastante adaptada a la producción acuícola, donde no se ve afectado sus hábitos por la presencia de seres humanos, además es una especie que se alimenta en superficie. Estas características facilitan mucho el trabajo con ellas.

Metodología: Se coloca la embarcación en la jaula que se quiera muestrear. Se comienza a alimentar con el pienso específico a una distancia cerca de la barandilla, provocando así que las doradas suban a comer. Cuando estén arriba, por medio del salabre se toma muestras, se necesita al menos 100 peces (para que sean representativo el muestreo). Posteriormente los peces pescados se depositan en la cuba con hielo, perfectamente etiquetados con el lote que son. Una vez en tierra cada lote se pesa por separado en una báscula de pesado y apuntado su peso. Los peces ya pesados se colocan en una cuba con hielo para mandar a procesar (Figura 46).





Figura 46: Muestreo de dorada, y báscula utilizada para su pesado.

- Lubina: La lubina en diferencia a la dorada, es una especie muy asustadiza muy difícil de manipular, que se alimenta sobre los 2 metros de profundidad; por lo tanto, el muestreo de la lubina se complica más.

Metodología: Para realizar este muestreo es necesario la utilización de una embarcación con una grúa y de la ayuda de un buzo. Se amarra el barco a la jaula, el buzo se lanza al agua con un cabo. El buzo amarra un cabo al copo de la jaula y el otro extremo está sujeto en la grúa. La grúa levanta el copo, de este modo los peces se ven atrapados en un menor espacio y con menos profundidad, de este modo es accesibles con el salabre (Figura 47). Se toman al menos 100 muestras por cada lote y se introducen en la cuba con hielo y se sigue el mismo procedimiento que con la dorada.



Figura 47: Levantamiento del copo para realizar un muestreo de lubina.

- ❖ Muestreo de las bajas : Si se encuentran bajas en las jaulas y están enteras (sin mordidas o en proceso de descomposición), tanto en superficie o en el fondo del copo. Se toman y en tierra se pesan e introducen su datos en el sistema. Estos peces posteriormente son desechados, pero son de gran información los datos obtenidos de ellos.
- ❖ Muestreos ópticos no invasivos (VICASS): En el periodo de prácticas se tuvo la oportunidad de utilizar la tecnología del VICASS, siendo una cámara fotográfica con dos objetivos que permite hacer modelos estereoscópicos y por lo tanto generando profundidad en las imágenes. Mediante esta técnica permite obtener el peso de los peces sin causar ninguna baja ni stress.

Metodología: Se amarra el barco a la jaula, se lanza la cámara al agua. La cámara tiene dos cabos atados para poder moverla por la jaula y poder extraerla, una vez en la posición se inicia la toma de fotos (500 fotos), una vez finalizada la toma de fotos se extrae la cámara del agua. Los datos obtenidos se procesan en gabinete para poder obtener los pesos (Figura 48).

Para calibrar la cámara también se realizan muestreos normales, comentados anteriormente, pero también se toman los parámetros que mide el VICASS (longitud, altura y anchura).

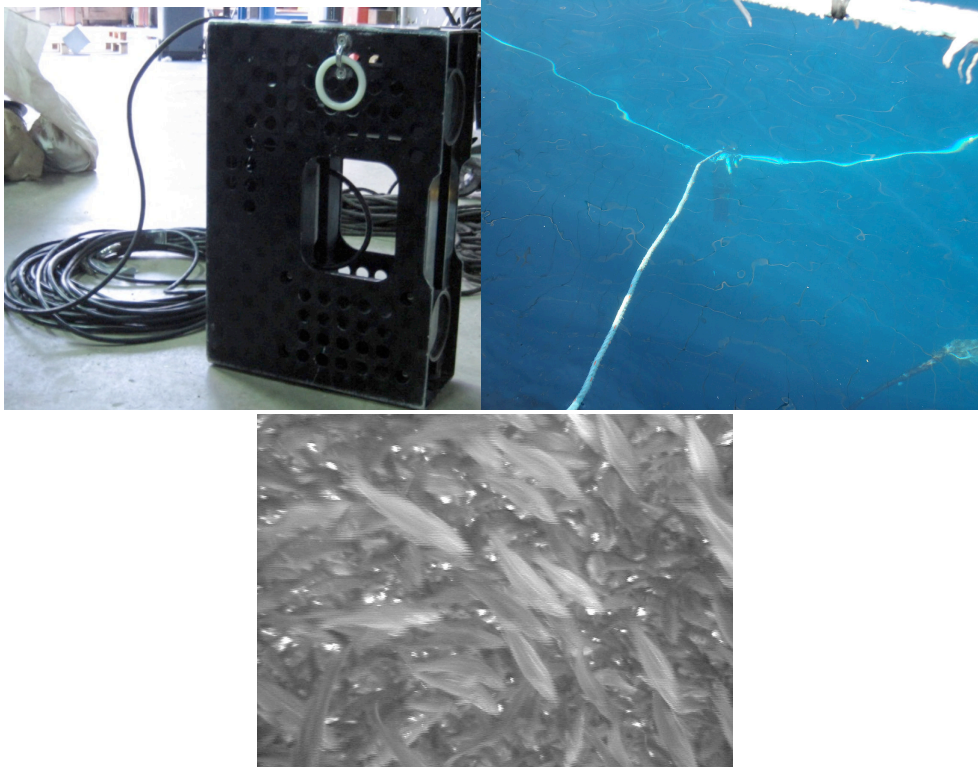


Figura 48: Cámara VICASS, modos de introducirla en el agua e imagen VICASS de lubina.

### 1.3.6 Trabajos de estructura

Uno de las partes importantes de una empresa de acuicultura son los trabajos que se realizan sobre las estructuras en el mar (jaulas, amarres, redes, etc), para lograr el perfecto funcionamiento de todos los elementos. Durante la estancia en la empresa se pudo trabajar en dos actividades que se engloban dentro de los trabajos de estructura: trasvase de una jaula y la colocación de un sistema de centralización de la alimentación mediante los silos.

**Trasvase:** En la empresa realiza transvase de jaulas que van a ser pronto pescadas, de este modo se pone una biomasa determinada en las jaulas auxiliares. Pescando desde estas jaulas auxiliares (Figura 49). Se evita estresar a todo el lote cada día que se gestiona una pesca, ya que las pescas de un lote no se realizan de una vez, se reparte en un periodo de tiempo (para tener pesca casi todos las semanas y no saturar el mercado). La empresa dispone de maquinaria para realizar clasificaciones y realizar desdobles, pero no han tenido buenos resultados en el pasado, teniendo en desuso esa práctica.

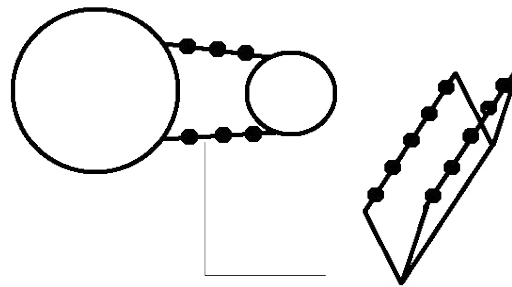


Figura 49: Esquema del arte en forma de pasadizo para realizar el trasvase.

Para realizar el trasvase, se amarran las dos jaulas y mediante la grúa y el molinillo de la embarcación, se acercan las dos jaulas (hasta que las estachas están tensadas). Posteriormente colocan un arte de pesca en forma de V. Este arte está amarrado en cada uno de los extremos de las jaulas, creando un pasadizo entre las dos jaulas. Cuando está listo el pasadizo, se baja el paño de la red de la jaula madre del extremo amarrado al arte (para no crear espacios abiertos y evitar escapes). En la entrada de este pasadizo se coloca un buzo para poder realizar un conteo manual de los peces que pasan para lograr una estimación de la biomasa deseada, otro buzo se encarga de dirigir a los peces de la jaula a la entrada. Una vez en el pasadizo se encuentra la cantidad de peces deseada, se levanta el paño de la red de la jaula madre y se baja el paño de la jaula auxiliar, haciendo pasar a los peces a la nueva jaula. Terminado este proceso se levanta el paño de la jaula auxiliar, se retira el arte y se desamarra las jaulas para que vuelvan a su posición. Luego se realiza una revisión de las redes y de que están bien cerradas (Figura 50).

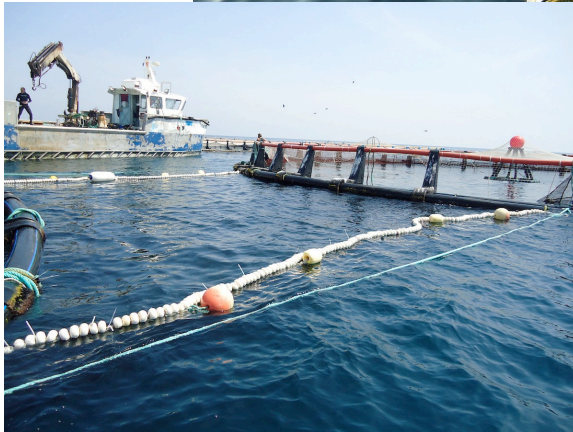


Figura 50: Pasos que se realizan en un trasvase: Amarrar jaulas, colocar el arte, bajar los paños y el paso de los peces.

**Colocación de un sistema de centralización de la alimentación mediante los silos:** Como se ha comentado en los sistemas de alimentación, la empresa está intentando implementar este sistema, conectando la instalación de Costa Blanca (fase 3, 4 y 5) en una “pontona”. De este modo podrán alimentar toda la instalación desde un único punto, colocándose los dos silos en la misma jaula alimentando a 36 jaulas,

optimizando la alimentación. Además los tubos de polietileno colocados en este sistema, generan menos rozamiento para el pienso, por lo tanto una menor destrucción del pellets. También gracias a estos tubos el soplante del sistema de los silos necesita menos potencia para distribuir el pienso, por lo tanto supone un ahorro energético.

Cuando se comenzó con las prácticas de empresa, **MareMar** sólo disponía de 12 jaulas conectadas a la “pontona”, por lo tanto se participó en la instalación de las conexiones de las otras 6. La metodología empleada para la instalación es bastante rudimentaria, debido a que no se necesita mucho personal ni instrumental:

- La empresa suministradora, envía tubos de polietileno de 110 mm de diámetro en rollos de 50 metros (Figura 51).



*Figura 51: Tubos de polietileno en rollos de 50m.*

- Se carga todos los tubos en una embarcación y se realiza el desplazamiento hasta la instalación.
- Una vez en ella, el barco se amarra en una jaula intermedia entre la jaula y la “pontona” (que sea inferior a 50 m). Se desenrollan 50 metros de tubo (con mucho cuidado porque el tubo tiene la forma del rollo y cuesta deshacerlo). Una persona se lanza al agua, donde uno de los extremos del tubo tiene un cabo amarrado.
- Se nada hasta la jaula que se desea conectar y arrastra el extremo de tubo. Lo amarra a la barandilla con varios cabos y dejándolo lo más firme posible (Figura 52).



Figura 52: Colocación de tubo en la jaula.

- Posteriormente en la cubierta del barco, se suelda el rollo desenrollado con otro nuevo, debido a que la jaula se encuentra a mayor distancia. El soldado es por medio de aplicación de calor en los conectores que une los dos tubos. Los tubos están sujetos por una estructura para impedir su movimiento y de que la soldadura sea correcta (Figura 53).



Figura 53: Soldadura por medio de aplicación de calor. Soldadora térmica.

- Una vez soldada y pasado el tiempo de espera, se desenrolla, mientras el patrón va desplazando la embarcación, para facilitar el desenrollo.
- Si hiciera falta se vuelve a soldar otro tramo.
- Una vez en la “pontona”, se amarrael otro extremo.

Estos son los pasos para colocar los tubos, pero aun estos tubos no son operativos. Pasado unos días y dejando de que por acción del Sol los tubos se “reblandezca”, se continua con la instalación:

- Primero se dobla el tubo de la jaula para que apunte al centro de la jaula. Se amarra a varios puntos de la jaula para evitar cualquier movimiento.
- Cuando están todos los tubos doblados, apuntando al centro de sus respectivas jaulas, se comirnza con el “cosido” de los tubos. Para ello dos personas se lanzan al agua, con un set de abrazaderas, herramientas, tornillos y tuercas (todo perfectamente en redes para evitar pérdidas). Poco a poco se unen los tubos. La

unión será de dos en dos, porque las abrazaderas solo son de dos tubos (Figura 54).

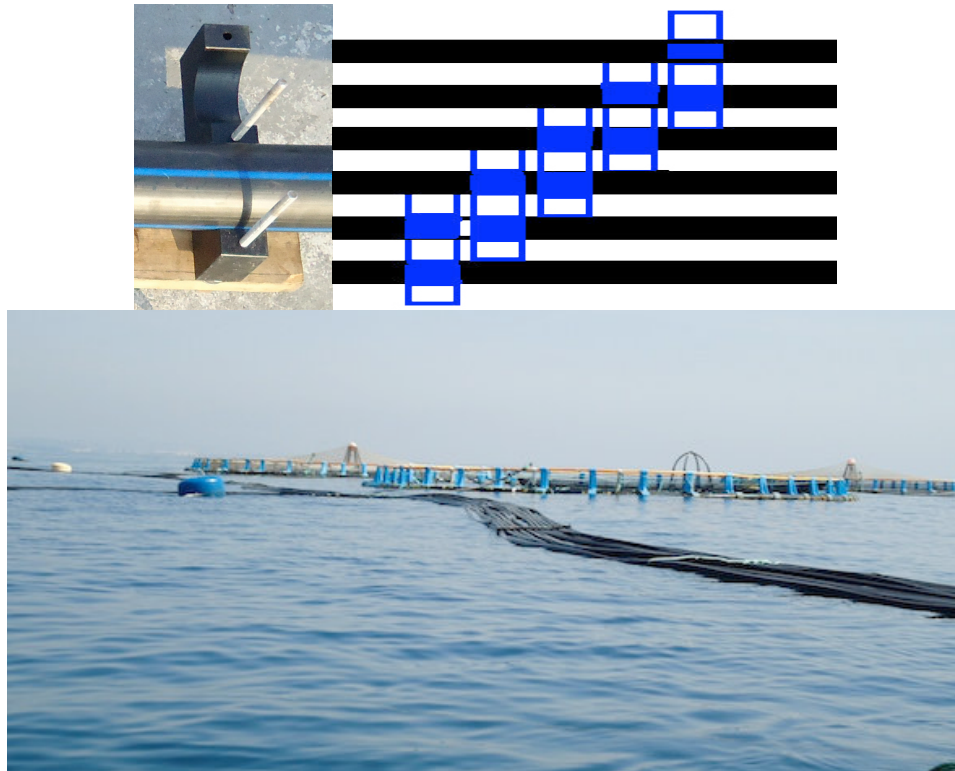


Figura 54: Abrazaderas utilizadas, cosido de 2 en 2 y estado final de los 6 tubos cosidos.

- Una vez todos los tubos están unidos y perfectamente colocados, se va a la “pontona”. En la “pontona” se recorta el tubo sobrante y se realiza un perfecto amarre. Posteriormente se conectará las boquillas para que conecten perfectamente con las mangueras de los silos.

Después de estos puntos los tubos de la pontona ya son perfectamente operativos y listos para su uso.

### 1.3.7 Análisis / Muestreo Patológico – Necropsia

Durante el estadio de prácticas en *MareMar* se realizó una biometría sanitaria, debido a que se encontró una cierta mortalidad en una jaula. Donde, se toman unas muestras y se realiza una necropsia en cubierta o en tierra. Muchas veces la mortalidad encontrada no viene debido a parásitos, bacterias o virus, sino a la ingesta de materiales que lleva la corriente.

En la empresa cuando sospechan que las mortalidades encontradas vienen debido a una patología, siguen un procedimiento:

- La Técnica Sanitaria analiza en la cubierta las muestras obtenidas inmediatamente. Muchas veces con un simple análisis superficial puede determinar el problema o poder descartar otras patologías. Se observa si tiene alguna anomalía en la piel o algún parasito adosado, se revisa las agallas y la cavidad bucal.
  
- Si con un análisis superficial no puede determinar el problema, se toma una muestra y en la cubierta del barco, con material adecuado, se realiza una necropsia.  
Antes de abrir se obtienen muestras de las agallas y se colocan en un cubre objetos, para poder realizar una histología.  
Una vez recogidas esas muestras, se realiza una incisión en el abdomen, abriendo con cuidado el animal, quedando al descubierto todo los órganos del animal. Se analiza todos los órganos del animal, tomando muestras de los órganos con más probabilidad de sufrir patologías, para histologías..
  
- Muchas veces, debido a que no se dispone de todo el material necesario para dar un diagnóstico detallado, se manda los peces a un laboratorio, para que determinen la patología.  
Las empresas de pienso (Skretting y BioMar) ofrecen diagnósticos patológicos gratuitos para los clientes de sus piensos; por esto **MareMar** suele mandar las muestras directamente a dichas empresas, obteniendo de forma gratuita, diagnósticos completos y fiables.  
Para realizar un envío: Se toman aproximadamente 5 – 10 peces en fresco, y se reparten en 2-3 bolsas de plástico con cierre hermético. Los peces son enviados al laboratorio en una caja de pólex con hielo.

En la necropsia que se realizó en la durante la estancia de prácticas, la causa de la muerte de un gran número de doradas, fue la ingesta de plásticos (Figura 55); Estos plásticos son arrastrados por la corriente y pueden entran dentro de las jaulas, los peces pueden confundirse creyendo que es alimento y comiéndolos. Esta ingesta le obtura su sistema digestivo provocándole la muerte.





Figura 55: Necropsia de una dorada encontrando plástico en su sistema digestivo.

La empresa tiene una buena política de profilaxis para evitar contagios, por eso realiza cambios continuos de redes, así disminuye los sistemas patológicos existentes. Y si encuentran una infección por parásitos, a estas jaulas se le realiza un cambio de red y un baño de formol. Mientras que si la infección viene por bacterias, se le suministrará pienso medicado (Figura 56).



Figura 56: Etiqueta de pienso medicado suministrado para el punto rojo.

## 1.4 Análisis de la Situación

### 1.4.1 Situación actual

#### 1.4.1.1 Situación Productiva

*MareMar* ha tenido un cambio de la gerencia y por lo tanto del sistema de producción, donde actualmente se está realizando la labor de poder reflotar la empresa y obtener buenos resultados haciendo uso de una mejor gestión y control.

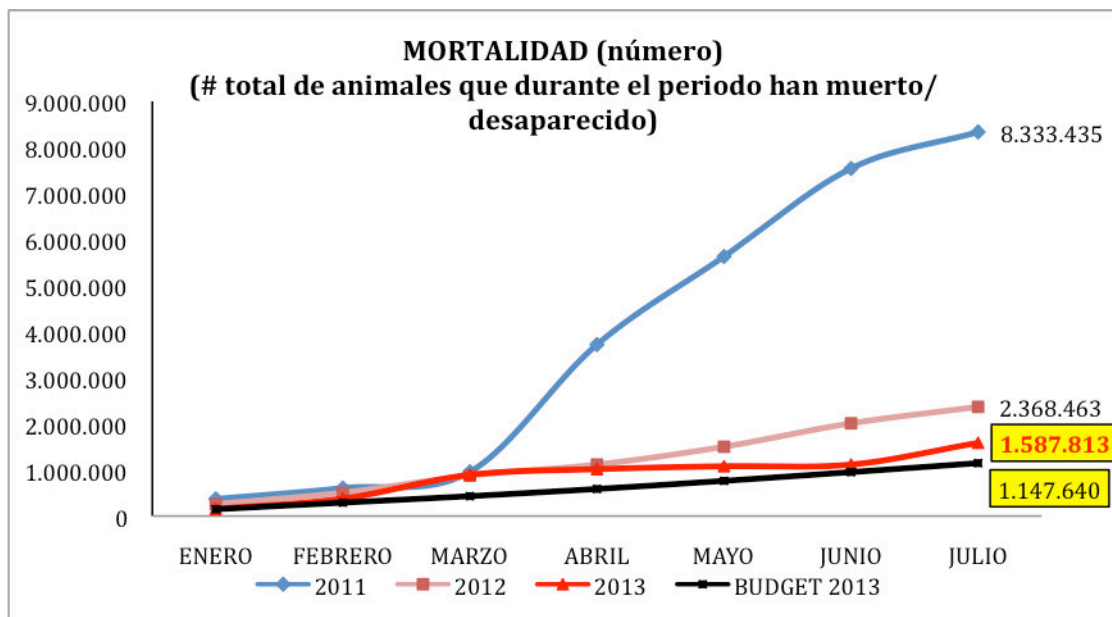


Figura 57: Datos de mortalidad de la generación 2011, 2012 y 2013. Fuente: Jordi Comas.

Se puede apreciar en la Figura 57 que las generaciones llevadas en su totalidad por la nueva gestión de *MareMar* (a partir de la generación 2012), se aprecia un descenso brusco de la mortalidad, pero ligeramente por encima de lo presupuestado para el 2013.

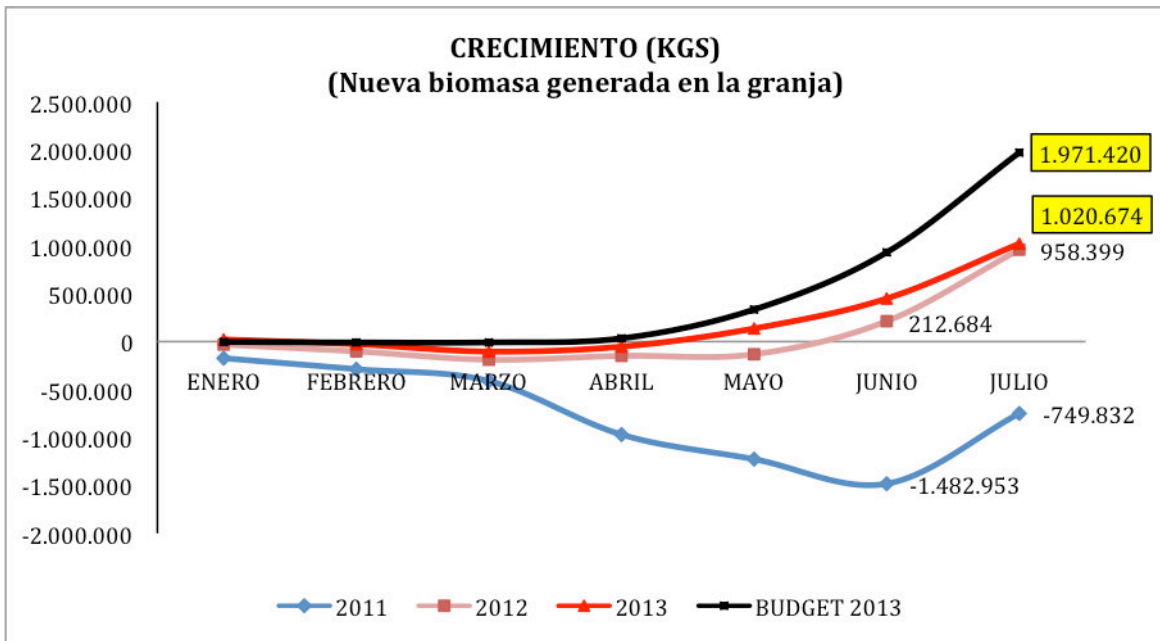


Figura 58: Crecimiento de la generación 2011, 2012 y 2013. Fuente: Jordi Comas.

La Figura 58 muestra el crecimiento de las generaciones, en valores de biomasa. Se aprecia la mejora en los lotes 2012 y 2013, pero por debajo de lo presupuestado. Pero llama mas la atención la nefasta generación 2011, siendo crecimientos negativos, a causa de la mala gestión.

También se ha conseguido una optimización de la alimentación, por lo tanto un ahorro en el pienso, obteniendo valores para el 2013 por debajo de lo presupuestado (Figura 59),

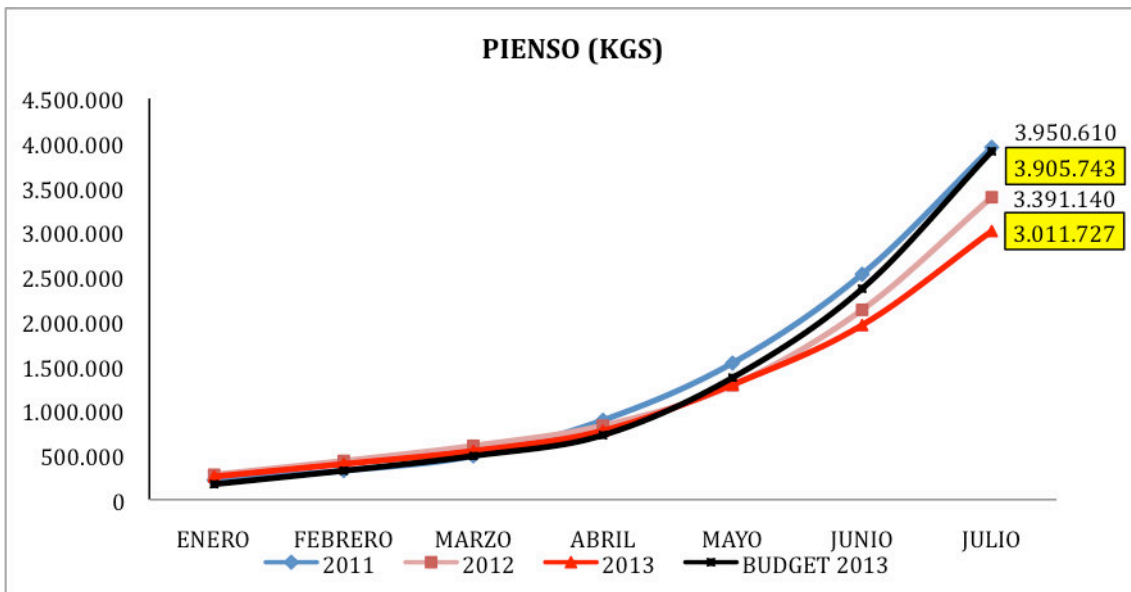


Figura 59: Pienso utilizado en las generaciones 2011, 2012 y 2013. Fuente: Jordi Comas.

Por lo tanto la situación productiva esta mejorando con el nuevo sistema de gestión, obteniendo valores positivos y posibilitando el reflote de la empresa.

### 1.4.1.2 Situación de Coste/Beneficio

*MareMar* realiza una actividad del Sector Primario y trabaja sobre el medio natural; Esto quiere decir que tiene una escasa capacidad de control sobre el medio, condicionando su actividad. Esta empresa tiene un escaso margen económico debido al mercado actual en la venta de las especies producidas. Debido a esto, se ve obligada a una exigente eficiencia productiva para poder obtener beneficios y cubrir gastos.

Según datos de *MareMar* (Tabla 3):

Tabla 3: Datos de Costes de Producción y Coste Total de *MareMar*:

	Feed/FryCR*Kg <sup>-1</sup>	Precio €	Coste €/Kg	% Coste de Producción	% Coste Total
<b>Coste Alevín</b>	2,8	0,28	0,784	22	17
<b>Coste del Alimento</b>	2,1	0,95	1,995	<b>55</b>	43
			<b>2,779</b>		
<b>Coste Estructura</b>			0,85	23	18
<b>Total Coste de Producción</b>			<b>3,629</b>		<b>78</b>
<b>Costes Indirectos</b>			1,00		22
Comercialización y Logística					
Estructura en Tierra					
Financieros					
Otros					
<b>Coste Total</b>			<b>4,629</b>		

Fuente: Jordi Comas. Biólogo de Maremar

Para producir un kilo de dorada o de lubina le cuesta 4,629 € (el coste de las dos especies es el mismo porque utilizan el mismo pienso y el precio del alevín es el mismo), la tallas de venta sería entre 400 g. Actualmente se está pagando por esas tallas (4,52 € en dorada y 5,47 € en lubina), se está generando pérdidas en las doradas, por eso se está intentando conseguir bajar el precio del coste de producción (mejorando la optimización del pienso con la implementación del nuevo sistema de alimentación) situando este precio a 4 €/kg en el muelle.

### 1.4.2 Análisis de problemas

Durante los tres meses de las prácticas en *MareMar*, se pudo observar una serie de problemas, los cuales se comentan a continuación:

- El principal problema que existe, es el común en todas las empresas del sector. Es el trabajar en el Medio Natural, esto implica que en función de éste, se podrá trabajar o no en el mar, y también puede provocar roturas en las estructuras. Esto implica que muchos días no se puede alimentar a los animales, causando un mayor impacto en la época de verano, debido a que la ingesta de los peces es mayor. Y gastos en las reparaciones de las estructuras. Pero este problema no se puede remediar, sino hacer una buena gestión de los días útiles y aprovecharlos al máximo.
- Otro problema común a todas las empresas del sector es la inadecuación del marco administrativo en el que debe desenvolverse y por la inexistencia de igualdad de oportunidades para competir en la UE frente a la importaciones de países terceros.
- La empresa tiene un contrato con el Grupo Andromeda para venderle todo el producto pescado y ellos se encargan de procesarlo, de este modo **MareMar** siempre tiene el pescado vendido. El problema es la inexistencia de un control de esta transacción. Adromeda paga en función del peso que le llega. **MareMar** antes de mandar el producto, como es normal, pesa su producto (incluso a veces las cubas son pesadas pez por pez, por tratarse de biometrías; pero después no siempre concuerdan las dos empresas con el peso y por lo tanto con el cobro. Debería existir un protocolo de control, donde cada cierto tiempo, realizar visitas inesperadas y estar presente en el conteo de los peces, creando un mayor control de las ventas.
- Un problema muy normal y de muy difícil control es la ausencia de los encargados en el mar, debido a que ellos deben realizar también sus labores de gabinete. Por lo tanto, los empleados en el mar sobretodo los alimentadores, no tienen un control y pueden no realizar correctamente su trabajo. Siendo los empleados no comprometidos con sus labores. También implicando el no respeto por el material común de la empresa. Esto repercutirá en pérdidas para la empresa y llegando a ser peligroso para otros trabajadores (los cabos de una embarcación no bien enrollados, puede provocar una caída o tropiezo a otro empleado).
- Por la situación económica de la empresa, se ha reducido la plantilla, por lo tanto no se puede realizar los mismo procesos que se hacían antiguamente a la misma intensidad. Unos de esos procesos que se ha visto reducido es la supervisión de buzos en la alimentación (observando de si comen o no en el fondo, minimizando la pérdida de pienso). Actualmente los buzos realizan sus itinerarios de supervisión de las jaulas, y ocasionalmente pueden coincidir con la alimentación de esas jaulas y poder dar información.

- Debido a la misma reducción de empleados también se viene reducido en el mantenimiento de las embarcaciones, debido a que sólo existe un mecánico para 7 embarcaciones.
- Existe el problema de mantenimiento de las estructuras de las jaulas: Boyas hundidas, redes antiparas rotas o tocando el agua (acumulación de algas y pérdida de efectividad ante los pájaros) y aros de flotación lleno de algas (Figura 60).



*Figura 60: Elementos estructurales precarios en mantenimiento.*

- Conteo de la mortalidad en el copo es un problema, debido a que la extracción de ésta, es bastante difícil y más si existe corriente. El buzo hace un conteo aproximado, pero muchas veces al no retirarse al día, los propios peces se comen las mortalidades (sobretudo en verano), por lo tanto el buzo puede contar sólo lo que ve, existiendo una mortalidad originalmente mayor.
- Existencia de depredadores, tanto aves como peces. Y la atracción de peces por la salida del pienso de las jaulas (Figura 61).



Figura 62: Pájaros dentro de la red anti-pájaros, peces atraídos por el pienso que sale de la jaula y peces que se coloran en una jaula de dorada (VICASS).

- Un problema para los alimentadores de la empresa, es el peligro que conlleva bajar de la embarcación a las jaulas, debido a lo resbaladizo que son los tubos de polietileno. El alimentador puede caer entre el barco y la jaula y ser aplastado por ambos o caer entre los aros de flotación.
- Un problema generado en los silos es la pulverización del pienso, por la fricción del pienso en los tubos, generando unas pérdidas aproximadas de 10% en el pienso, ocasionado por la mala calidad de los tubos usados. Además queda una cubierta de polvo de pienso en toda la estructura de la jaula y fomenta también la producción de organismos adosados a la estructura.
- Por último, comentar el mal estado de las mangueras de siembra, potenciando el peligro de que se salgan de las cubas de transporte y ocasionar pérdidas de alevines.

## 1.5 Futuros Proyectos

La empresa **MareMar** tiene previsto varios proyectos para mejorar su eficiencia productiva, una mayor eficacia en la alimentación y poder asegurar la supervivencia.

- Realizar una actualización y mejora en el cumplimiento del protocolo de entrada de alevines, de este modo se asegurarán que las empresas suministradoras de alevines cumple estrictamente con los pedidos de la empresa.
- La mejora del MIX de especies de la instalación. Donde este año se introduce una nueva especie en la producción (Corvina), siendo **MareMar** más completa comercialmente y obtener mejores costes de producción.
- Este año la empresa ha negociado con las empresas de alevines para que toda la lubina comprada este vacunada contra *Vibrio* y *Pasteurella*, asegurándose mejores supervivencias.
- También se pretende que la siembra del 2014 se realice íntegramente en barco (*Well-Boat*), siendo un método menos estresante para los animales y por lo tanto, obteniendo menor mortalidad en las siembras.
- La empresa pretende realizar una estiba INDOOR del stock de pienso. Pretende incorporar un tercer proveedor de pienso, de este modo puede obtener ventajas a la hora de pago por falta de liquidez.
- Como se ha comentado en esta memoria, la empresa ha colocado el sistema de la “pontona”. Es conectar toda las Fases 3,4 y 5 a la “pontona”. De este modo se podrá alimentar desde un único punto (Figura 63).

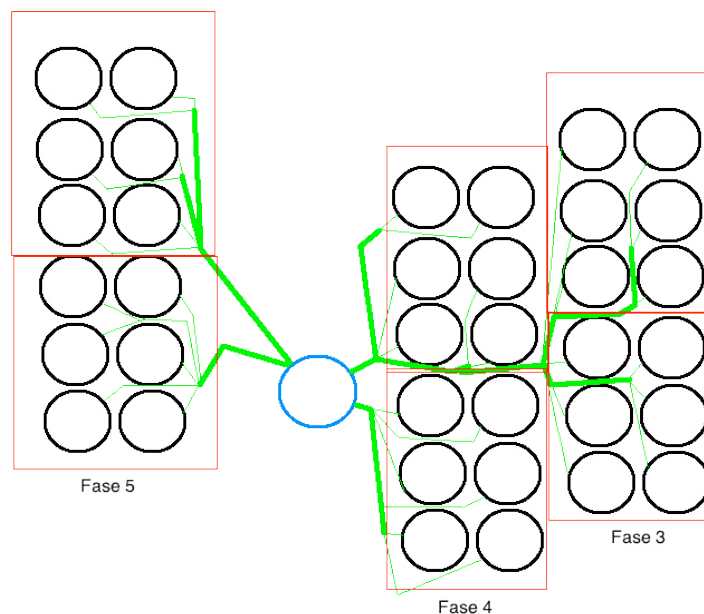


Figura: Las tres bases conectadas a la jaula auxiliar o “pontona”.



Cuando este todo conectado, se pretende que la jaula auxiliar que hace como “pontona”, sea sustituida por una plataforma fija. En esta plataforma se almacenaría el pienso, donde dispondría del sistema automático, que permitiría la alimentación informatizada y programada. Dicha plataforma estará supervisada constantemente por dos operarios (24 h en la plataforma), y así se puede ir alimentando continuamente a los animales respetando sus ciclos circadianos, lo que un ahorro de tiempo de desplazamiento y de movimientos de amarre (Figura 64).



*Figura 64: Plataforma fija de alimentación.*

Según los estudios previos, la plataforma resistiría las inclemencias del mar del lugar. El inconveniente sería la adquisición del pienso, debido a que ninguna empresa en España suministra el pienso por barco, porque todas las industrias están en el interior del país, por lo tanto se debería trasportar el pienso desde el puerto a la instalación con las embarcaciones de la empresa.

- Para mejorar la alimentación en las jaulas, se pretende cambiar el tubo tradicional (amarrado en la barandilla en un extremo de la jaula apuntando al centro de la jaula), por colocar dispersores en lo alto de cada torre anti-pájaro (Figura 65). Estos dispersores están diseñados para ofrecer una perfecta difusión del alimento, debido a que giran 360°, generando menos polvo y rotura del pienso. Con este método el pienso abarcará más área, siendo más accesible para todos los peces de la jaula y reduciendo el descamado y heridas de los peces.



Figura 65: Dispensor para suministrar el pienso, difusor colocado en la parte superior de la torre anti-pájaro.

- La empresa pretende elaborar un protocolo de Bioseguridad y profilaxis y Bienestar animal.
- **MareMar** está en colaboración en varios proyectos con la Universidad Politécnica de Valencia, y uno de ellos es la instalación de sondas acústicas en cada jaula. Estas sondas pretenderán detectar la biomasa de la jaula en tiempo real, pero diferenciando individuos uno a uno. La técnica consistirá en el rebote de la onda acústica en la vejiga natatoria de los peces. Estas sondas estarán mandando información en todo momento a la instalación en tierra, de este modo permitirá trabajar en tiempo real, conociendo la biomasa real y ajustando las tasas de alimentación.

## 1.6 Posibles Mejoras

Durante las prácticas se pudo reflexionar sobre posibles mejoras que se podría incorporar en la empresa **MareMar**:

- Como se comentó en el apartado de la estructura a nivel de la producción, hacen uso de una fórmula para calcular las fugas en función de los agujeros:

$$Fugas = \frac{N^{\circ} \text{ Agujeros} * \text{Tamaño Agujero}}{5} * 100$$

La fórmula es igual utilizada para alevines como para peces adultos. Esta fórmula se debería recalcular, debido a que no es del todo representativo, porque un pez pequeño puede escaparse con un menor tamaño de agujero, por lo tanto, tendría que tener otro factor para su cálculo.

- La alimentación semi-automática se realiza con un cañón donde continuamente está lanzando pienso (sólo puedes variar la cantidad que entra a la soplante). Sería conveniente incorporar un sistema de que el lanzado sea intermitente.

Mediante la incorporación de un disco metálico con un orificio que gire con bajas revoluciones, de este modo cada vez que de una vuelta entera caiga una cantidad de pienso al soplante. De este modo la alimentación se asemejará más a la alimentación manual. Y adicionándole un tubo mas, formando una V, mediante la aplicación de un codo, podría abarcar mas área de esparcido. Estas mejoras permitiría al pez comer todo el pienso y sería accesible para un mayor número de peces.

- La reducción de personal, y por lo tanto, de buzos encargados en supervisar constantemente la alimentación, se podría solucionar mediante un sistema de cámaras (Figura 66). Este sistema de cámaras iría como material de cada embarcación de alimentación, además se colocaría un pequeño monitor en el puente para visualizar. Cada vez que se alimenta una jaula, el patrón lanzara la cámara y supervisará la alimentación. Existe una gran variedad en el mercado de cámaras para realizar este trabajo y de una amplia gama de precios, no siendo muy alta al inversión para adquirir este equipo.



Figura 66: Cámaras acuáticas para acuicultura.

- Una propuesta interesante sería organizar la plantilla de forma que asignar las jaulas y embarcaciones al mismo personal. De este modo existiría un mayor vínculo entre el personal y los animales alimentados, debido a que sólo se encargan ellos de la alimentación de esas jaulas, y por lo tanto, el crecimiento de éstos, sitiándose más realizados profesional y personal con los buenos resultados, e incentivando el buen trabajo. Del mismo modo las embarcaciones estarían sólo utilizadas por las mismas personas, teniendo un mayor cuidado de esta. También sería más fácil de buscar responsabilidades a la hora de algún incidente, no valdría la frase: *“Me lo encontré así; Yo lo deje en perfecto estado; Yo alimento bien; etc”*.
- **MareMar** realiza una alimentación los 7 días de la semana, trabajando domingos y festivos. Según muchos artículos (Gómez, J.A o Diaz, M *et al*) que tratan sobre las estrategias alimentarias y periodos de ayuno, afirman que alimentan 6 días a la semana no sacrifica crecimiento de los animales, debido a que los peces a los días siguientes ingieren más cantidad para recuperar lo no ingerido (hiperfagia compensatoria). Partiendo desde este punto, podemos hacer una estrategia alimentaria de 6 días (Lunes-Sábado), y la siguiente semana aumentar la Tasa de Alimentación Diaria para recuperar la pérdida del domingo (Tabla 4). Esta

estrategia no supone un ahorro en pienso, porque se terminará suministrando el mismo, pero sí un ahorro de personal de alimentación que no trabajaría el domingo.

Tabla 4: Tasa de recuperación:

	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
<b>TAD(%)</b>	100	100	100	100	100	100	0	150	125	125	100	100	100	0

Viendo la Tabla 4 , se puede observar que los Miércoles se recuperaría la cantidad de pienso que se debería haber suministrado de haber trabajado el Domingo. Siguiendo este procedimiento también podemos utilizarlo para los días de temporal que no se puede trabajar, recuperando las tasas.

Para un día de alimentación en *MareMar* es necesario la utilización de los dos barcos silos y de dos embarcaciones pequeñas; con estas es posible la alimentación de las 60 jaulas. La tripulación necesaria para estas embarcaciones son de: un patrón por embarcación, dos marineros (para las embarcaciones pequeñas) y dos buzos para cada silo. También necesitan un empleado para poder cargar el pienso a los barcos; en total hacen falta 13 empleados. Por lo tanto se puede tener un ahorro en personal y en material, como se puede observar en el estudio económico de la alternativa (Tabla 5, 6 y 7)

Tabla 5: Coste del persona por día:

<b>Personal Necesaria Alimentación</b>				
	<b>Cargo</b>	<b>Número</b>	<b>Salario (€/mes)</b>	<b>Salario (€/día)</b>
	Patrones	4	1074,45	35,82
	Marineros	4	825,81	27,53
	Buzos	4	1007,3	33,58
	Almacenero	1	825,81	27,53
<b>Total día en personal</b>				<b>124,45</b>

Fuente: Boletín Oficial del Estado (BOE).

Tabla 6: Coste del material:

Material Necesaria Alimentación						
Material	Número	Capacidad Tanque (l)	Consumo día	Precio combustible (€/l)	Precio día €	
Silo	2	1300	185	0,900	333,000	
Embarcación menor	2	400	57	0,900	102,600	
Cañón	2	5	2	1,479	5,916	
<b>Total Maquinaria</b>					<b>441,516</b>	

Tabla 7: Ahorro diario y anual:

<b>Total día de alimentación €</b>	<b>565,96</b>
<b>Total anual</b>	<b>27166,16</b>

Se puede apreciar de que puede suponer un ahorro de 27.168 € anuales, posiblemente no es un ahorro muy significativo en comparación con los gastos de una empresa de acuicultura, pero estaríamos optimizando el sistema productivo.



**Bloque II: Utilización de Técnicas Ópticas No Invasivas para la medida de Lubinas (*Dicentrarchus labrax*) en Jaulas Marinas**



## Capítulo I: Introducción



## 1.1 Introducción

La monitorización de la población y estimación de la biomasa son cuestiones de gran interés en acuicultura que tienen una importante incidencia en el control de la producción, control de calidad y gestión de ventas.

En la actualidad, la práctica totalidad de las explotaciones aplican métodos tradicionales basados en observaciones y muestreos manuales que involucran importantes recursos de personal y medios materiales.

En particular, la monitorización y estimación de la población en el interior de las jaulas marinas hace necesario el frecuente desplazamiento en embarcaciones del personal y la actividad de buzos. Se han desarrollado algunos sistemas que tienen como objetivo la determinación del tamaño de peces de forma más o menos automática. De este modo se reduciría el stress ocasionado a los peces.

De las especies de interés para la acuicultura española, la aplicación VICASS sólo dispone de ecuaciones para convertir las dimensiones de los peces en biomasa para la dorada, la lubina y besugo.

Actualmente la tendencia en la toma de biometrías para la realización de modelos matemáticos que nos permitan transformar las dimensiones medidas con el VICASS en datos de biomasa

En la actualidad, la acuicultura como actividad multidisciplinar, se vuelca cada vez más en el apoyo de herramientas bioestadísticas y otras para maximizar la producción y minimizar coste.



## 1.2 Generalidades de la Lubina

### 1.2.1 Taxonomía:

**Lubina** (*Dicentrarchus labrax*), según Linnaeus (1758):

Subfilo: Vertebrados. Organismos con esqueleto.

Superclase: *Gntostomos*

Grado: *Teleóstomos*

Infraclase: *Teleósteos*

Clase: *Actinopterigios*

Subclase: *Neopterigios*

División: *Teleósteos*

Subdivisión: *Euteleósteos*

Superorden: *Acantopterigios*

Serie: *Percomomorfos*

Orden: *Perciformes*

Suborden: *Percoideos*

Familia: *Moronidae*

Género: *Dicentrarchus*

Especie: *Dicentrarchus labrax*

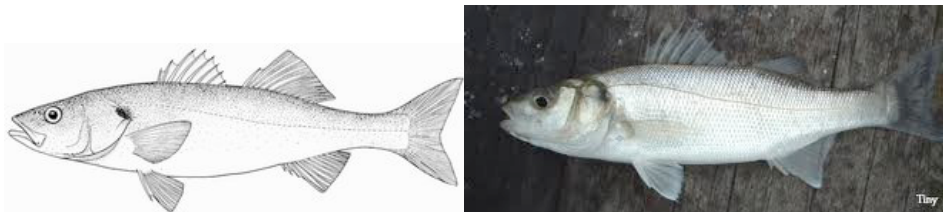


Figura 67: Imagen de la Lubina (*Dicentrarchus labrax*).

### 1.2.2 Rasgos biológicos:

Cuerpo más bien alargado. Opérculo con 2 espinas planas; preopérculo con espinas grandes, dirigidas hacia delante, sobre su margen inferior. Boca terminal, moderadamente protráctil. Dientes vomerianos en una banda semicircular, sin una extensión hacia atrás sobre la línea media del techo de la boca. Dos aletas dorsales separadas; la primera con 8 a 10 espinas; la segunda con 1 espina y 12 o 13 rayos blandos. Aleta anal con 3 espinas y 10 a 12 rayos blandos. Escamas pequeñas; línea lateral completa con 62 a 74 (moda 70), pero sin extenderse sobre la aleta caudal. Aleta caudal moderadamente bifurcada. Color gris plateado a azulado sobre el cuerpo, plateado sobre los costados, vientre a veces teñido con amarillo. Juveniles con algunos



puntos oscuros sobre la parte superior del cuerpo, pero los adultos nunca punteados. Un punto difuso sobre el borde del opérculo (FAO 2013).

### 1.2.3 Hábitat y biología

Las lubinas son euritermas (5-28 °C) y eurihalinas (3‰); así ellas son capaces de frecuentar aguas costeras interiores, estuarios y lagunas de aguas salobres. Hay sólo una estación reproductiva por año, la cual ocurre en invierno en la población mediterránea (diciembre a marzo) y hasta junio en las poblaciones del Atlántico. Las lubinas desovan huevos pelágicos pequeños (1,02–1,39 mm) en agua con salinidades menores que 35‰, cerca de las bocas de ríos y estuarios o en áreas litorales donde la salinidad es alta ( $\geq 30\text{‰}$ ). No siendo particularmente sensibles a bajas temperaturas, algunos peces pueden pasar el invierno en lagunas costeras en lugar de retornar al mar abierto. Las lubinas son depredadores y su gama de alimentación incluye peces pequeños, gambas, cangrejos y jibias.

## 1.2 La importancia de los muestreos

Disponer de herramientas que permitan más el acercamiento a la optimización de la producción de la lubina es de vital importancia. Entre dichas herramientas destacan los modelos de crecimiento y alimentación, desarrollados independientemente por especie. Éstos, correctamente utilizados, permiten una mayor aproximación hasta la fecha a la producción óptima.

La importancia, de los muestreos radica en varios aspectos:

**Para el planeamiento de pescas y ventas:** Es fundamental, a la altura de decidir la estrategia de ventas y consecuentemente que jaula pescar, tener un conocimiento preciso de la biomasa y distribución por clases de peso de cada una de las jaulas de la producción.

**Otra utilización es para maximizar el rendimiento de la alimentación:** Los muestreos regulares, con un registro de mortalidad diarios permitirán en todo el momento una información precisa de la biomasa total de la jaula, siendo esta la única forma correcta de que se tomen decisiones para establecer porcentajes de alimentación y consecuentemente maximizar el crecimiento disminuyendo la conversión.

**Monitorización constante del crecimiento:** Tanto el crecimiento, como el índice de condición, como el coeficiente de variación de una población son índices fácilmente determinables a partir de los datos obtenidos a través de la realización de muestreos regulares. Con estos datos, se puede realizar un seguimiento completo de la evolución



de la producción e identificar potenciales problemas en la misma normalmente asociados a la súper o infravaloración del crecimiento y consecuentemente errores en la determinación de las cantidades de alimentación.

Para que un muestreo sea fiable :

Viene en función de la población de peces, dependiendo de las diferencias que se registran entre ejemplares y, de los límites de precisión y confianza que se quiera aplicar al cálculo de la  $n$  y no del número total de peces como suele ser asumido ya que estadísticamente una población  $>3000$  individuos se considera siempre infinita.

Así se pueden distinguir dos tipos de muestreos:

Muestreo probabilístico: Cada elemento de la población tiene una oportunidad conocida, y diferente de cero, de ser seleccionado para componer la muestra. Es también llamado muestreo aleatorio. Utilizado normalmente en la determinación de variables como peso medio de una población.

Muestreo no probabilístico: La selección de los elementos que van a componer la muestra depende en parte del criterio del responsable de la investigación. Es también llamado muestreo dirigido. Utilizado para muestreos de patología.

Por lo tanto, el proceso para la selección de muestras debería ser:

1. Definir la población de la investigación, la propia jaula.
2. Determinar el tamaño de la muestra, según el coeficiente de variación y la precisión y confianza.
3. Seleccionar un procedimiento específico para seleccionar la muestra.
4. Tomar la muestra en base a los pasos anteriores.

## **1.4 Cálculo de biomasa**

### **1.4.1 Cómo y cuando se controla la biomasa**

La biomasa es un parámetro que se controla en todo momento en un sistema de producción acuícola. Este se comienza a controlar desde los criaderos en tierra, hasta finalizar en las salas de procesado; pero también se calcula en los transportes de peces realizados (camiones o barcos) y en las granjas en el mar.

En los sistemas en tierra, tanto “nursery” y preengorde, se realizan una serie de controles :

- Control de peso medio: Utilizando los sistemas clásicos de manejo de peces para su pesado (balanzas).
- Control del numero de peces: Hacen uso de sistemas automáticos con un manejo de estos (Vakimicro, Vakimacro,...) (Figura 68).



Figura 68: Contadores Vakimicro y Vakimacro.

- Control de biomasa: Se puede hacer uso de sistemas automáticos como el Aquamas o por sistemas clásicos (balanzas).

En los sistemas en tierra, es más fácil poder llevar un control de la biomasa, debido a que se encuentra en tierra con los parámetros controlados, no se tiene las inclemencias del mar. En el mar se realiza:

- Control de peso medio: Mediante sistemas automáticos no invasivos (VICASS, VAKI, etc) (Figura 69). O mediante el sistema clásico, mediante el manejo de peces en balanzas.



Figura 69: Sistemas automáticos VICASS y VAKI.

- Control de número de peces: Sistemas intuitivos por conteo de los buzos o por métodos estimativos a la respuesta de la alimentación.

Por último comentar los controles en envasado, donde el sistema esta más automatizado debido a que el animal está muerto y se puede manipular fácilmente.

- Control de peso medio: Mediante la utilización de balanzas de un sistema automático.
- Control de numero de peces: Un sistema automático clasificadora “Marel Scanvaegt”) (Figura 70).



Figura 70: Clasificadora Marel Scanvaegt

## 1.4.2 Importancia de conocer la biomasa real

Es importante el conocimiento de la biomasa de nuestra instalación por varios motivos:

- Poder conocer el valor real de las existencias que se disponen. Por lo tanto una buena gestión de producción y parámetros productivos (SGR (Specific Growth Rate, “Tasa de crecimiento específico”), FCR (Feed Conversion Ratio “Índice de conversión”),...).
- Calculo de la ración óptima de pienso.
- Gestión de la planificación. Se puede cometer errores planificar pescas e imputación de costes, ya que, si no se dispone de la biomasa real, se desconoce el coste medio de la producción del lote. Las pérdidas se aplican al final del lote, lo cual supone un fuerte inconveniente para la gestión financiera.
- A la hora de comprar o vender una empresa, siempre es conveniente conocer su biomasa, para poder dar presupuestos.

- Reclamación de seguros.
- Para una buena gestión desde el punto de vista del bienestar animal. Las jaulas se deben mantener a una densidad que no perjudique el bienestar animal sin comprometer la productividad.
- Para reducir el impacto ambiental de las sobras de los piensos.
- Permite valorar el impacto genético en el medioambiente.

### 1.4.3 Predicción del peso

Predecir el crecimiento de los peces en la acuicultura es fundamental para organizar la planificación de la producción durante la fase de diseño de nuevas piscifactorías, así como para la planificación y llevar a cabo varias operaciones de gestión, tales como la clasificación y la distribución de los peces, la descarga de nuevos lotes, cosecha horario y también para el cálculo de la tasas de alimentación diaria (Mayer; P *et al*).

Tradicionalmente, el crecimiento de los peces se ha expresado a través de las ecuaciones de Von Bertalanffy (1938), que son apropiados para el estudio de poblaciones naturales, donde los peces alcanzan el tamaño adulto, pero no en la acuicultura porque el peso comercial de pescado es más bajo, alcanzado antes de que el ciclo natural del crecimiento se complete. Tampoco porque no consideran el efecto de la temperatura del agua, parámetro importante en la nutrición de los peces.

También existen varios factores que influyen en el crecimiento como: la densidad, nivel en la dieta de los nutrientes, la tasa de alimentación, las condiciones ambientales, origen de los peces y principalmente la temperatura del agua. Sin embargo, el índice más utilizado frecuentemente para evaluar el crecimiento en jaulas marinas "tasa de crecimiento específico (SGR).

Proporciona una aproximación del peso en función del tiempo, expresado en días.

$$SGR = \frac{\ln(W_f) - \ln(W_i)}{t}$$

Cho y Bureau (1998), para los salmónidos y Kaushik (1998), para otras especies, diseñaron un nuevo modelo basado en la "dilatación térmica" (TGC), que se obtiene a partir del peso , inicial , final y la suma de la temperatura efectiva

$$TGC = \frac{W_f^{1/3} - W_i^{1/3}}{\sum T_{ef}}$$

Una de las ventajas de considerar el TGC es que su valor es teóricamente independiente del peso corporal inicial.

El desarrollo de un modelo adecuado de predicción de crecimiento, ajustado a las condiciones reales de producción intensiva, podría ser una herramienta importante para reducir los costos de producción mediante la optimización de la ración diaria de alimentos, la organización de las operaciones de gestión y el plan de producción.

Según Mayer, *et al.*, (2008) donde trabajaron con la especie de dorada en sistemas de producción de jaulas marinas, obtuvieron modelos de predicción en función del peso inicial, tiempo y la temperatura media, o la suma de las temperaturas efectivas. Donde todos sus modelos tuvieron un coeficiente  $R^2$  superior al 96%. Siendo el mejor modelo para dorada los que el peso final era una relación con el peso inicial y el sumatorio de temperaturas efectivas.

$$P_{Final} = k_1 * P_{Inicial}^{k_2} * Exp(k_3 * \sum T_{ef})$$
$$P_{Final} = k_1 * P_{Inicial}^{k_2} * (\sum T_{ef})^{k_3}$$

## 1.5 Tecnologías disponibles no invasivas

Se puede resumir que las tecnologías disponibles no invasivas para la estimación de biomasa son tres:

- VAKI (contador de biomasa)
- Ecosondas
- VICASS



Figura 71: Tecnologías no invasivas utilizadas en acuicultura.

Las tres tecnologías utilizan sistemas diferentes para la medida de biomasa. El VAKI se fundamenta en escanear los individuos que pasan por su marco, la ecosonda manda ecos que son rebotados en los peces de la jaula y por el último el VICASS hace uso de la formación de modelos 3D para poder medir los parámetros del pez.

**VAKI:** Basado en el uso de luces infrarrojas que forman una red de rayos dentro del marco (Figura 72). Cada vez que un pez atraviesa el marco, se genera una imagen, obteniendo el largo y ancho del pez, obteniendo el peso:

$$W = cte * D + L + L/100$$

Donde cada especie tiene una constante específica.



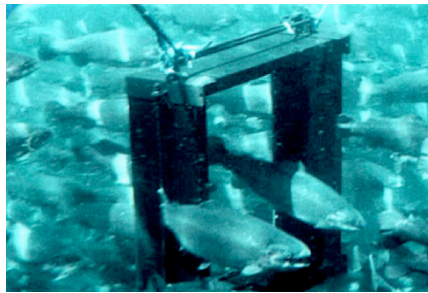


Figura 72: Sistema VAKI.

El sistema VAKI puede ser utilizado:

- Pesaje: Donde es sumergido en la jaula, donde a medida que cada pez es medido, los datos sobre su peso y factor de condición aparecen en la pantalla de la unidad de control (Figura 73).

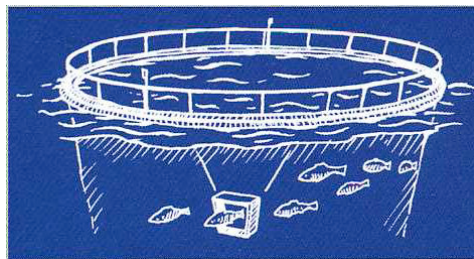


Figura 73: Sistema de pesaje con el VAKI

- Contando entre dos jaulas: se utiliza en los trasvase, fijándose entre las dos jaulas, donde son contados los peces (Figura 74).

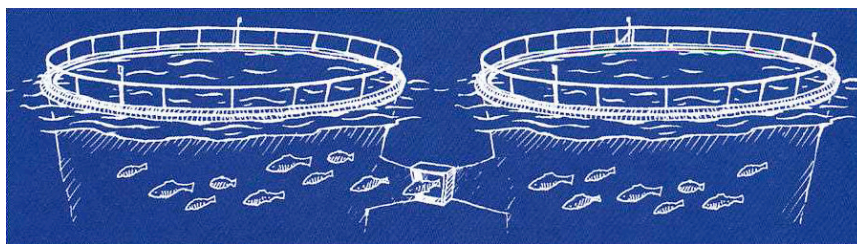


Figura 74: Sistema de conteo VAKI.

Pero este sistema ofrece las ventajas de que es un método no estresante y ofrece datos como: el número de peces, distribución de tallas, peso medio, etc; sin la necesidad de un procesado. Pero también tiene unos inconvenientes, como: El tiempo excesivo de muestreo, la medición correcta es muy complicada y los sensores infrarrojos tienen un alcance limitado.

**Ecosondas:** Se trata de un sistema activo, es decir, que posee la capacidad de detectar y procesar los ecos recibidos de una señal acústica que ha sido radiada por el mismo (Figura 75).



Figura 75: Ecosonda

La onda acústica que incide sobre los mismos es dispersada en todas direcciones y una parte de esa dispersión ocurre de vuelta hacia el emisor. El objeto actúa como fuente secundaria de ondas acústicas. El **target strength (TS)** es la razón entre la intensidad enviada de vuelta hacia el emisor y la que sobre el objeto incide.

TS de un pez, en el caso particular de la dispersión acústica por peces, hay que tener en cuenta que su geometría y fisiología influyen notablemente, y se deberá tener en cuenta que el TS medido depender de la orientación relativa del pez y de la frecuencia usada. El aspecto que más influye es la presencia o no de vejiga natatoria (contraste de medios). En principio se puede estimar tamaños de ecos individuales, y densidades a partir de la energía devuelta dentro del volumen del haz acústico.

$$Sv(dB) = 10\log(N) + \overline{TS}$$

Permite la monitorización de la posición de los peces, detectar variaciones bruscas de biomasa, estimar el tamaño medio, detectar la caída de pienso no consumido, etc.

**VICASS:** Sistema basado en la medición de imágenes estereoscópicas, donde se permite medir profundidad y obtener el peso del individuo (Figura 76). Donde se comentara en el punto siguiente todas las características de este método.

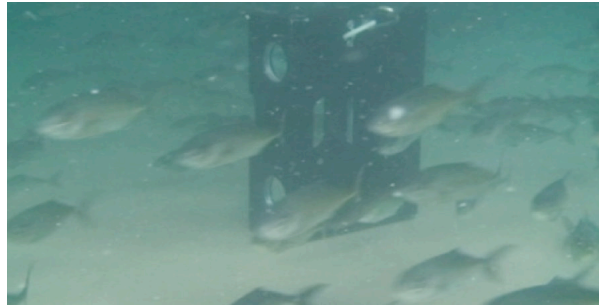


Figura 76: Sistema VICASS.

## 1.6 Tecnología del VICASS

### 1.6.1 Fotografía Estereoscópica

Cuando se toma una imagen con una cámara, la distancia del objeto en la imagen con respecto a la lente, no se conoce; sin embargo el principio básico de formación de una imagen virtual, que la distancia real de los objetos con respecto a la cámara existe implícitamente cuando el tamaño de los mismo es conocido (Figura 77).

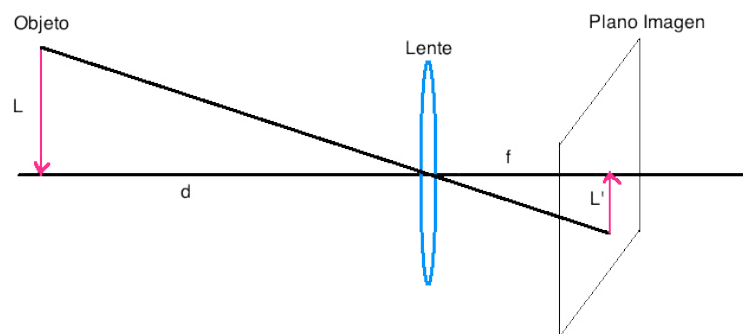


Figura 77: Funcionamiento de una lente.

$f$  es la distancia de la lente al plano de imagen,  $d$  es la distancia de la lente al objeto,  $L'$  es el tamaño del objeto proyectado en el plano de imagen y  $L$  es el tamaño real del objeto. Se muestra el principio de formación de una imagen virtual hecha por una lente. La distancia del objeto a la lente determina directamente el tamaño de la imagen virtual en el plano de imagen, ya que el tamaño real del objeto es conocido y es constante y la distancia entre la lente y el plano de imagen se conoce una vez que se saben los parámetros de la cámara que se está utilizando.

$$\frac{L'}{f} = \frac{L}{d}$$



Se suele asimilar el funcionamiento de una cámara fotográfica con el de una lente delgada. Una lente delgada es aquella cuyo espesor es despreciable en comparación con los radios de curvatura de los dióptrios que la forman.

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$$

Donde  $f$  es la distancia focal de la lente,  $s_i$  la distancia a la imagen virtual y  $s_o$  la distancia de la lente a la imagen real.

$$m = \frac{h'}{h} = -\frac{s_i}{s_o}$$

Donde  $m$  es el aumento lateral de la lente,  $s_i$  la distancia a la imagen virtual y  $s_o$  la distancia de la lente a la imagen real.  $H'$  la altura del objeto virtual y la  $h$  la altura del objeto real. La profundidad de un punto en la imagen no puede ser directamente accesible con una sola imagen. Pero, con la utilización de dos imágenes la profundidad puede ser medida a través de la triangulación. Se define visión estéreo o estereoscópica como aquella en la que se emplea más de una imagen para obtener una idea de tridimensionalidad.

El sistema de fotografía estereoscópica puede estar formada por una cámara con son objetivos, por dos cámaras iguales separadas una distancia conocida, o por una cámara que se desplaza para obtener dos fotografías con distinta perspectiva. Más utilizado el sistema de dos cámaras iguales separadas una distancia conocida, este es un sistema de visión paralela, se alinean los ejes de las lentes de las cámaras de modo que los ejes ópticos de ambas funcionen de forma paralela. La convergencia de las imágenes se consigue al mover ligeramente las cámaras o con el traslados horizontal.

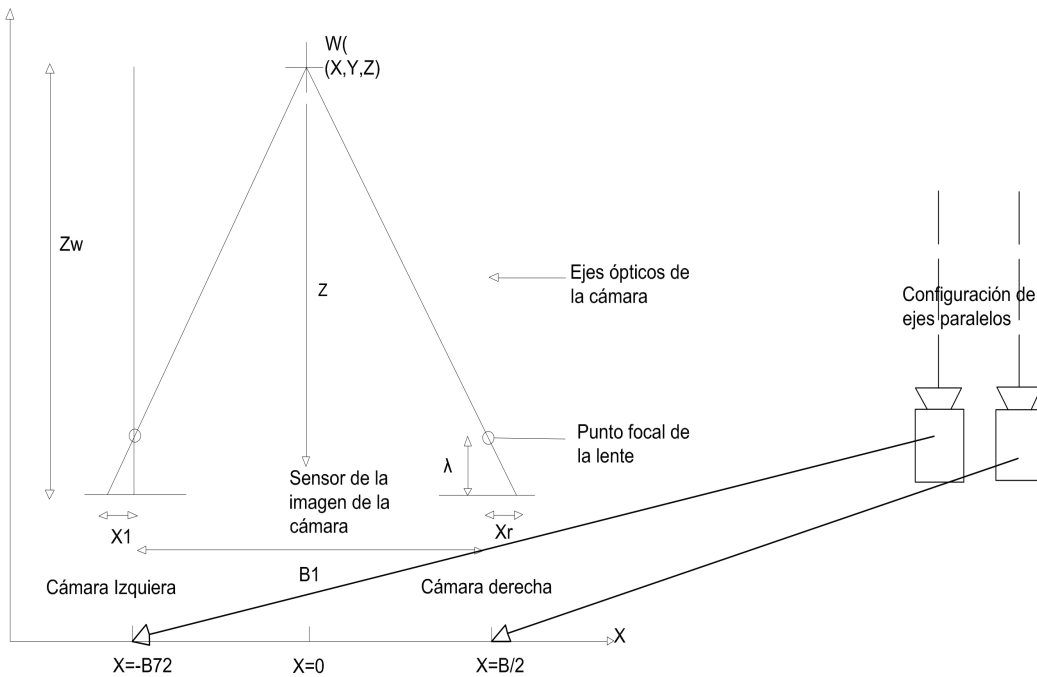


Figura 78: Sistema Estereoscópico de dos cámaras.

Como se puede ver en la Figura 78, un punto real,  $w$ , con coordenadas  $X, Y$  y  $Z$ , será proyectado hacia los sensores de imagen derecho e izquierdo y la disparidad horizontal será función de los siguientes factores: la separación base de la cámara,  $B$ , la distancia focal de las lentes de las cámaras,  $(\lambda)$ , y la distancia de las cámaras al punto real,  $Z_w$ . Las coordenadas de la cámara (cámara izquierda:  $x_l, y_l$ , cámara derecha:  $x_r, y_r$ ) respecto al punto real  $w(X, Y, Z)$  :

$$x_l(X, Z) = \lambda \frac{X + \frac{B}{2}}{\lambda - Z}$$

$$y_l(Y, Z) = \lambda \frac{Y}{\lambda - Z}$$

$$x_r(X, Z) = \lambda \frac{X - \frac{B}{2}}{\lambda - Z}$$

$$y_r(Y, Z) = \lambda \frac{Y}{\lambda - Z}$$

El punto real  $(X, Y, Z)$  se proyectan a la misma coordenada  $Y$  en las dos cámaras, y si las cámaras están correctamente alineadas no se produce desplazamiento vertical. La disparidad horizontal  $d_{h,p}$ , se obtiene sustrayendo  $x_l$ , las coordenadas  $X$  de la

proyección de la cámara izquierda, de la  $x_r$ , la coordenada  $X$  de la proyección de la cámara derecha:

$$d_{h,p} = x_r(X,Z) - x_l(X,Z)$$

$$d_{h,p}(Z) = \lambda \frac{-B}{\lambda - Z}$$

De ello se deduce que la disparidad se incrementa con la separación de las cámaras,  $B$ , y con la distancia focal ( $\lambda$ ). Hay que notar que para puntos en el infinito respecto al eje  $Z$ , la disparidad tiende a cero. Y, si se calibra el sistema apropiadamente, en la disposición paralela de cámaras no se produce disparidad vertical y, como consecuencia, tampoco distorsiones graves.

### 1.6.2 Sistema VICASS

VICASS es un sistema implementado por la empresa AKVA Group, donde sus siglas son Video Imagen Capture And Size System.

Es un sistema basado en el principio de la medición por fotogrametría y visión estereoscópica (explicada en el punto anterior), donde se necesita un par de imágenes, adquiridas de forma sincronizada, donde exista una zona común o zona de solapamiento entre las dos fotos (Figura 79).

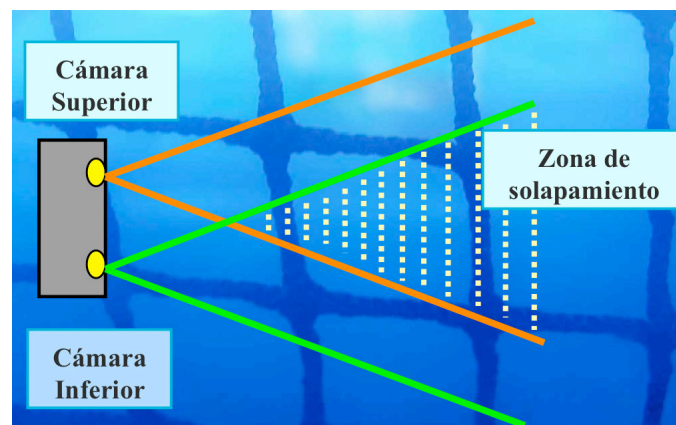


Figura 79: Base del VICASS.

La estimación del peso del pez se realiza a partir de este par de imágenes, donde el algoritmo transforma los datos biométricos en peso en función de la especie. El análisis de las imágenes se realiza manualmente mediante la utilización de un sistema informático.

Se debe realizar muestreos convencionales para obtener datos morfológicos (longitud estándar, altura máxima y peso) de la especie, y poder calibrar el sistema.

Para la utilización del VICASS, se debe tener en cuenta una serie de factores:

- Posicionamiento de las cámaras, fundamentalmente para obtener buenas imágenes (apuntando al centro de las jaulas).
- Tener presente la posición del sol, no tenerlo nunca de frente.
- Tomar imágenes de peces que estén paralelos al plano visual de las cámaras.
- Alternar la profundidad de las imágenes tomadas.

### 1.6.3 Componentes Básicos

El sistema VICASS se puede separar en equipo de campo y en el software informático.

En el equipo de campo encontramos:

- 2 cámaras insertadas en un chasis metálico sumergible (Figura 80). Este chasis debe ser robusto para poder soportar los posibles golpes y mantener una estabilidad cuando se sumerge. Las imágenes obtenidas son en blanco y negro para una toma más rápida y que su tamaño en memoria sea menor.



Figura 80: Cámaras VICASS

- Ordenador de Campo. Donde se adquiere y almacenan las imágenes. Siendo estanco para evitar posibles entradas de agua en el instrumento (Figura 80).

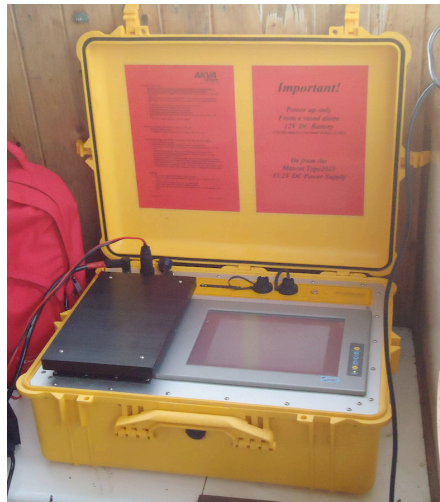


Figura 80: Ordenador de campo.

- Fuente de alimentación. La fuente de alimentación puede ser una batería de 12 V o la red eléctrica a 220V.
- Cabos para poder bajar la cámara a la profundidad deseada.

Software informático: Es la implementación que se utiliza en tierra para poder procesar todas las imágenes obtenidas en campo (Figura 90). El programa nos calcula el peso en función de lo largo y ancho del pez.

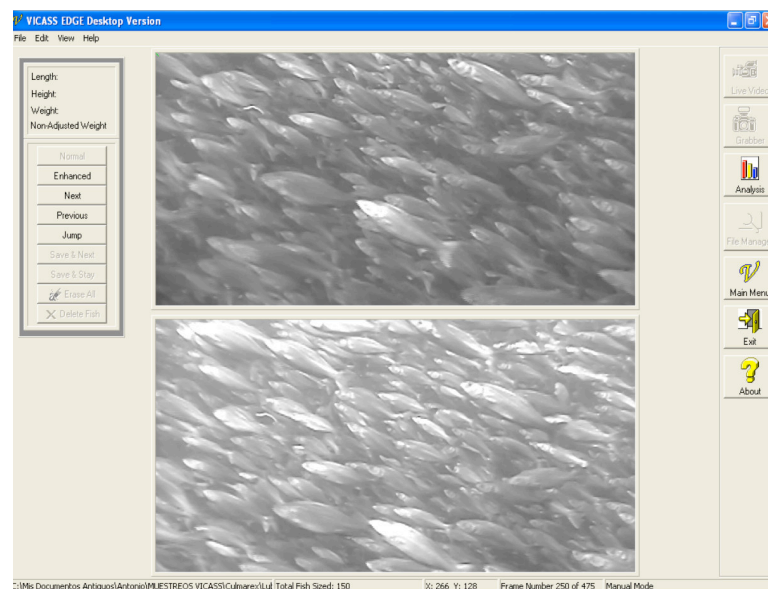


Figura 90: Programa del VICASS con Lubina.

Actualmente AKVA Group ha sacado al mercado un nuevo VICASS, donde reduce el tamaño de las cámaras y aumenta su calidad de imagen, siendo HD y en color.



Facilitando el procesado de las imagen y el transporte de estas. También han mejorado el ordenador de campo, transformándolo en una tableta estanca, permitiendo al operario trabajar en cubierta en contacto con los movimientos realizados a las cámara (Figura 91).



Figura 91: Nuevo VICASS.

#### 1.6.4 Ventajas y desventajas del VICASS

Utilizando el sistema VICASS como estimador de biomasa a partir de pesos medios, se pueden obtener resultados positivos. Contribuye a una mayor eficiencia en los procesos de producción, debido a que permite conocer el peso medio, distribución de las tallas. Pero uno de los grandes problemas es que el sistema no cuenta peces, por lo tanto es imposible estimar la biomasa real porque el número de peces siempre será un dato teórico y poco ajustado.

Si se realizara una comparativa del VICASS con los métodos clásicos:

- El VICASS es un método no intrusivo, no se manejan los peces y por lo tanto una menor mortalidad. Por lo contrario los métodos clásicos son fuertemente intrusivos, con una alta mortalidad y estrés para los peces.
- Analizando 120-140 peces supone una confianza de 96-97% dependiendo del CV, en el VICASS. Mientras que en los métodos clásicos, la inferencia sobre la población, la cantidad de peces muestreados son reducidos.
- En el VICASS para realizarlo hace falta dos personas y un barco pequeño para la toma de imágenes y una persona para su procesado. Mientras que en los métodos clásicos hace falta un mayor número de personas y material.
- Con VICASS se puede obtener el peso medio de las jaulas más rápido que los métodos clásicos.

- VICASS necesita aguas claras y condiciones medioambientales favorables, mientras que los métodos clásicos solo es necesario el mar favorable.

### 1.6.5 Experiencias anteriores.

Se han realizado experiencias con VICASS, tanto en tanques como en jaulas marinas:

Tanques tipo “raceway” de 5 x 1 x 1m, con volumen operativo de 3500l (Jacumar 2004-2006):

➤ **Dorada (*Sparus aurata*):**

Población de 213 doradas, con 180 pares de fotografías, de las que se procesaron 30 ejemplares al azar. Seguidamente se pescaron y muestrearon 30 ejemplares al azar con balanza e ictiómetro (Tabla 8 y 9).

Tabla 8: Estadístico descriptivo de los muestreos de dorada con VICASS y manual

	NP min	P med	P max	d.s.	Error (%)
<b>MANUAL</b>	3994	206	263	39,87	-
<b>Vicass</b>	30141	196	235	25,33	5,19

Tabla 9: Estadísticos descriptivos de los muestreos de dorada con VICASS y manual, y error de cálculo de la longitud furcal.

	N	P min	P med	P max	d.s.	Error (%)
<b>MANUAL</b>	30	16,6	21,1	23,5	1,40	
<b>Vicass</b>	30	17,3	20,3	22,4	1,21	3,46

➤ **Lubina (*Dicentrarchus labrax*):**

El comportamiento de la lubina, tanto en estado salvaje como en cautividad, es mucho más esquivo y desconfiado que el de la dorada u otras especies que se producen, mostrándose huidizas y extremadamente alteradas ante la presencia del par de cámaras en el interior del tanque. Cuando se introducían las cámaras en el tanque, las lubinas se movían a gran velocidad, y pasado un tiempo en el que se dejaban las cámaras en el interior del tanque para



que las lubinas se adaptasen a su presencia, éstas se concentraban en el extremo opuesto del tanque, imposibilitándose la adquisición de imágenes.

Los peces muestreados manualmente al azar, no fueron los mismos que los procesados con la aplicación VICASS, los errores observados en el cálculo de las dimensiones de los peces y en la estimación de la biomasa se pueden considerar aceptables.

Las dimensiones del tanque, con una anchura de tan solo un metro y una profundidad inferior a un metro, se pudo constatar que en muchas de las imágenes procesadas, los peces se encontraban con el cuerpo parcialmente girado, lo que produce una subestima la longitud furcal y por consiguiente, la estimación de biomasa no resulto tan precisa como debiera.

Experiencias en jaulas marinas (Jacumar 2004-2006): La aplicación VICASS está verdaderamente diseñada para trabajar en jaulas, estas pueden abrir completamente su ángulo de visión sin encontrar obstáculos que entorpezcan la adquisición y procesado de las imágenes. En condiciones de las jaulas en mar abierto, la realización de muestreos convencionales está bastante dificultada o incluso imposibilitada o no recomendada, ya que para tomar una muestra representativa, hay que molestar a toda la población.

Sin embargo, salvo en especies como la lubina que se estresan con facilidad y se alejan del campo visual de las cámaras, la utilización de sistemas de visión estereográfica no suponen manipulación ni molestia alguna a los peces en cultivo. Incluso en tamaños pequeños, el exceso de curiosidad de los peces puede resultar un inconveniente, ya que se aproximan en exceso a las cámaras impidiendo la correcta adquisición de imágenes

➤ **Dorada (*Sparus aurata*):**

Jaulas de 25 m de diámetro. Se obtuvieron profundidades distintas (-3, 10 y 15 m). Capturando 250 pares de imágenes, siendo procesadas todas ellas para obtener el mayor tamaño muestral posible. Se muestrearon 10 jaulas de tamaños diferentes, desde las de 20 g hasta las de 450. La periodicidad fue de 20 y 60 días dependiendo el régimen de temperaturas o estado del mar.

*Tabla 10: Datos y estadísticos descriptivos a los muestreos de dorada con VICASS.*

Fecha	Jaula	N	Pmin	Pmed	Pmax	s.d.	Err.rel (%)	CV (%)	N min
25/11/04	1	61	11.11	21.92	46.29	5.50	6.26	25.09	97
22/4/05	1	252	20.41	42.33	114.20	12.13	3.54	28.65	126
14/6/05	1	106	43.89	71.53	125.50	16.48	4.39	23.04	82
13/7/05	1	251	52.89	112.12	310.60	28.93	3.19	25.80	102
26/8/05	1	246	94.43	187.15	354.12	39.41	2.63	21.06	68
23/9/05	1	179	121.60	264.49	435.00	55.62	3.08	21.03	68
	2	158	61.11	138.92	382.11	35.93	4.03	25.86	103
	3	214	81.08	228.73	408.09	47.62	2.79	20.82	67
	4	130	15.28	64.34	104.85	15.72	4.20	24.44	92
	5	159	24.72	44.21	91.45	11.44	4.02	25.88	103
28/10/05	1	266	168.63	327.74	533.64	68.61	2.52	20.93	67
	2	161	117.02	206.51	338.30	41.38	3.10	20.04	62
	3	155	145.85	312.92	498.96	61.86	3.11	19.77	60
	4	113	31.74	94.47	147.63	20.60	4.02	21.80	73
7/11/05	5	159	55.26	100.49	184.91	23.38	3.62	23.27	83
23/12/05	1	205	117.35	375.13	607.10	86.31	2.76	23.01	81
	2	188	125.52	278.27	539.75	58.89	2.54	21.16	69
	3	165	97.15	345.26	593.72	77.20	2.69	22.36	77
	4	166	59.02	133.00	208.60	30.98	2.80	23.30	83
	5	144	81.13	152.20	290.73	33.65	2.66	22.11	75
	6	132	119.58	333.52	552.81	71.44	2.57	21.42	71
6/02/06	1	190	214.86	396.25	630.82	82.92	2.51	20.93	67
	2	133	188.10	304.79	501.50	58.06	2.29	19.05	56

Fecha	Jaula	N	Pmin	Pmed	Pmax	s.d.	Err.rel (%)	CV (%)	N min
6/2/06	3	136	190.84	381.50	693.92	80.15	2.52	21.01	68
	4	93	100.50	169.86	321.50	36.09	2.55	21.25	69
	5	90	104.22	166.07	280.70	34.88	2.52	21.00	68
	6	129	227.59	345.78	500.77	64.50	2.24	18.65	53
21/4/06	1	351	170.09	414.61	697.33	98.22	2.47	23.69	86
	2	431	164.93	310.09	582.54	68.65	2.09	22.14	75
	4	148	81.65	210.68	330.51	47.06	2.11	22.34	77
	5	160	146.78	221.90	392.00	45.39	1.93	20.46	64
	6	291	230.36	382.32	678.00	79.53	1.96	20.80	66
19/5/06	2	162	171.65	352.43	677.65	72.53	1.94	20.58	65
	3	168	234.66	442.44	788.22	96.31	2.06	21.77	73
30/6/06	1 bis	28	13.68	21.09	33.22	4.85	2.17	23.02	81
	2	124	231.84	404.98	662.30	90.02	2.10	22.23	76
	3	128	272.25	481.48	681.76	91.37	1.79	18.98	55
	4	131	127.56	314.81	465.42	62.06	1.86	19.71	60
	5	146	143.00	261.07	445.40	55.08	1.99	21.10	68
	6	124	241.08	455.26	755.48	92.10	1.91	20.23	63
11/8/06	1 bis	99	46.87	72.18	104.50	12.18	1.59	16.87	44
	9	42	14.63	22.84	31.95	3.51	1.45	15.39	36
	10	87	16.60	30.40	48.51	6.71	2.09	22.09	75
	11	63	22.77	41.52	64.81	9.72	2.21	23.41	84
29/08/06	1 bis	91	53.72	98.40	125.11	12.75	1.22	12.95	26
	9	30	27.82	33.93	45.96	4.81	1.34	14.20	31
	10	88	40.23	60.32	86.95	11.63	1.82	19.29	57
	11	132	43.12	68.71	96.09	12.24	1.68	17.81	49

➤ **Besugo (*Pagellus bogaraveo*):**

4 jaulas cuadradas de 5 x 5x 5 habiendo en tres de estas jaulas poblaciones de besugos de diferentes tamaños (lotes P: pequeños (N=4730), M: medianos (N=900) y G: grandes (N=550)).

En la Tabla 11 se muestran los resultados de Lf y Hm medias medidas mediante vídeo estereográfico y manualmente. Los errores de medida del



VICASS son relativos a la medida manual. De estos resultados se deduce la gran precisión del sistema estereográfico para realizar mediciones bidimensionales de las imágenes capturadas.

Tabla 11: Comparación entre los resultados de longitud furcal y altura máxima obtenidos mediante muestreo manual y los obtenidos mediante VICASS.

Lote	Longitud furcal (cm)			Altura máxima (cm)		
	VICASS	MANUAL	Error VICASS	VICASS	MANUAL	Error VICASS
P	14,37	14,20	1,31%	4,13	4,19	1,56%
M	30,66	30,36	1,00%	10,91	10,77	1,24%
G	35,29	34,01	3,75%	12,68	12,56	0,92%



## 2. Justificación

La estimación de la biomasa tiene un alto interés en la acuicultura con impacto directo en la optimización de la gestión de la producción, automatización de procesos, la vigilancia y control de calidad.

Las técnicas tradicionales para estimar la biomasa en jaulas marinas involucran muestreos manuales y una ponderación. Sin embargo, la reducción al mínimo de la operación de manipulación de los peces es altamente deseable, para poder reducir el stress de los peces y aumentar la calidad del producto.

Actualmente son muchas las empresas que estiman el peso medio y la biomasa de sus jaulas con ayuda del sistema de visión estereoscópica (VICASS) a través de la longitud y la altura de los peces, mediante algoritmos matemáticos. La importancia de estas medidas justifica el interés por desarrollar modelos propios que puedan estimar lo más acertadamente posible el peso.

En particular, se dispone de un sistema de visión estéreo mediante el cual se determinan características en tres dimensiones de los peces a partir de las que se obtiene su peso.

El objetivo del presente trabajo es optimizar el modelo usado por el VICASS para estimar el peso en Lubina y comparado con otros modelos realizados a través de mediciones directas.

Siendo los objetivos parciales del estudio los siguientes:

- Introducción a la utilización del sistema VICASS en jaulas marinas.
- Cálculo de modelos históricos de la empresa para la lubina.
- Comparación entre la metodología VICASS y biometrías clásicas.
- Modelizar los algoritmos del VICASS para la lubina.
- Determinar posibles mejores modelos para el VICASS, integrando más parámetros al cálculo.



## Capítulo II: Materiales y Métodos

## 2.1 Instalaciones

Las instalaciones donde se llevó a cabo el presente estudio se encuentra en la localidad del “Puerto de Sagunto” en la empresa MareMar Acuigroup, Zona de relleno 3 (Figura 92 y 93).

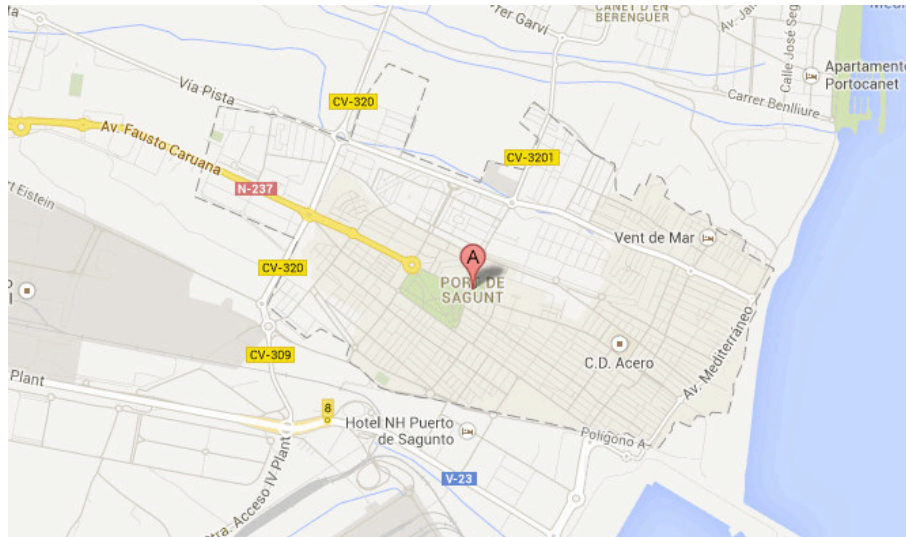


Figura 92: Plano de localización del “Puerto de Sagunto”



Figura 93: Plano de localización de MareMar Acuigroup.

La piscifactoría se encuentra en el Mar Mediterráneo, con las características típicas del clima mediterráneo (inviernos fríos y veranos secos y calurosos). Donde dispone de 60 jaulas marinas, donde se reparte su producción de Lubina, Dorada y





Corvina, como se ha comentado en el Bloque I (1.2.2 Aspectos Generales de la empresa):

## 2.2 Diseño Experimental

Los ensayos se realizaron sobre la especie Lubina (*Dicentrarchus labrax*), en las jaulas 25 a 29, de 31 a 36 y la 36XX. Donde los pesos medios del comienzo del experimento son de 60 a 230 g, con un número promedio de peces por jaula de 263.229 individuos. Todas las jaulas son de la generación 2012.

La procedencia de las lubinas de estas jaulas es diferente entre ellas, siendo de la adquisición de 5 empresas distintas de preengorde.

La alimentación se realizó de forma restringida con un pienso comercial, siguiendo las tasas de alimentación en función de la temperatura del agua con un pienso comercial, siendo el mismo pienso para las 12 jaulas. Se realizaban una toma por la mañana en invierno y dos tomas en verano. El pienso utilizado fue Efico YM 553 (3-4,5-6,5 mm), según como se ha comentado en el Bloque I (1.3.4 alimentación).

El experimento duró 62 días, donde se logró engordar un promedio de 70 g en todas las jaulas, obteniendo muestreos cada 3 semanas (21 días), tres muestreos en total.

## 2.3 Toma de Medidas

### 2.3.2 VICASS

Para la realización de las medidas, se utilizó un sistema óptico. Dicho sistema fue el (VICASS de AkvaSmart) que proporcionaba información visual de los especímenes durante las medidas (tanto de su comportamiento como de su orientación), como la longitud de los mismos, ya que, se trataba de un sistema de grabación estereoscópica diseñado para su uso en piscifactorías.

El sistema óptico estaba compuesto por dos cámaras idénticas montadas en una caja de metal estanca y con sus ejes ópticos alineados y separados 15 pulgadas. Dicho sistema disponía además de un ordenador de campo que permitía la manipulación de las cámaras y la obtención de imágenes de manera manual o automática. Donde las especificaciones técnicas son (Tabla 12):

*Tabla 12: Especificaciones del VICASS utilizado.*

<b>SPECIFICATIONS</b>	
<b>Pick-up Device</b>	768 (H) x 494(V) pixels, Interline Transfer CCD
<b>Scanning Area</b>	4.9 (H) x 3.7 (V) mm (equivalent to scanning area of 1/3" pick-up tube)
<b>Synchronization</b>	Internal. External. Line-locked or Multiplexed vertical drive (VD2) selectable
<b>Scanning System</b>	2:1 interlace
<b>Scanning:</b>	525 lines/ 60 fields / 30 frames
<b>Horizontal</b>	15.734 Hz
<b>Vertical</b>	59.94 Hz
<b>Horizontal resolution</b>	570 lines
<b>Video Output</b>	1.0 V[p-p] EIA composite 75 Ω/ BNC connector
<b>Signal-to-Noise Ratio</b>	50 dB (AGC OFF)
<b>Electronic Light Control</b>	Equivalent to continuous variable shutter speed between 1/60 s and 1/ 10000 s
<b>Minimum illumination</b>	0.08 lx (0.08 footcandle) at F1.4. AGC ON
<b>Gain Control</b>	AGC ON (+18 dB) or OFF selectable
<b>Lens Mount</b>	C -mount or CS -mount selectable
<b>Ambient Operating Temperature</b>	-10°C - +50°C (14°F-122°F)
<b>Ambient Operating Humidity</b>	Less than 90%
<b>Power Source and Power Consumption</b>	WV-BP330: 120V AC, 60HZ, 3.5W WV-BP332: 12V DC, 250mA WV-BP334: 24V AC, 60Hz, 3,5W
<b>Dimensions (without lens)</b>	67 (W)x 55(H) x 123 (D)mm [2-5/8" (W) x 2-3/16" (H) x 4-13/16" (D)]
<b>Weights (without lens)</b>	WV-BP330: 0.62 kg WV-BP332: 0.445 kg WV-BP334: 0.470 kg

Las dos cámaras de vídeo, estaban ubicadas en el interior de cajas estancas, perfectamente paralelas y separadas entre sí 15 pulgadas (38,10 cm), con el fin de poder medir ejemplares de hasta 3 m de longitud. Existe un área en el que los campos visuales de ambas cámaras se solapan, donde los objetos presentes pueden ser medidos. Los campos visuales empiezan a solaparse a partir de 60 cm de distancia de las cámaras, y la profundidad de campo, aunque en principio infinita, se recomienda que no sea superior a los 2 metros con el fin de conseguir la mayor exactitud de las medidas

### 2.3.2.1 Material

- 2 Cámaras del VICASS.
- Ordenador de campo.
- Transformador de corriente.
- Grupo electrógeno.
- 2 cabos de más de 10 metros.
- Embarcación.
- 2 operarios.
- PC para volcar los datos
- Software de procesado

### 2.3.2.2 Metodología

Para poder hacer uso del VICASS en el experimento, se le adosa dos mosquetones en los extremos del chasis. En estos mosquetones se le amarra dos cabos. Posteriormente, mediante dos operarios, colocan la cámara a la profundidad deseada, previamente abren un pequeño agujero en la anti-pájaros para introducir las cámaras. El centrado de la cámara en la posición deseada se consigue porque cada uno de los operarios se dirige hacia un lado de la jaula. Siempre la cámara debe apuntar al centro y con el sol de espaldas (para no interferir sobre las imágenes) (Figura 94).

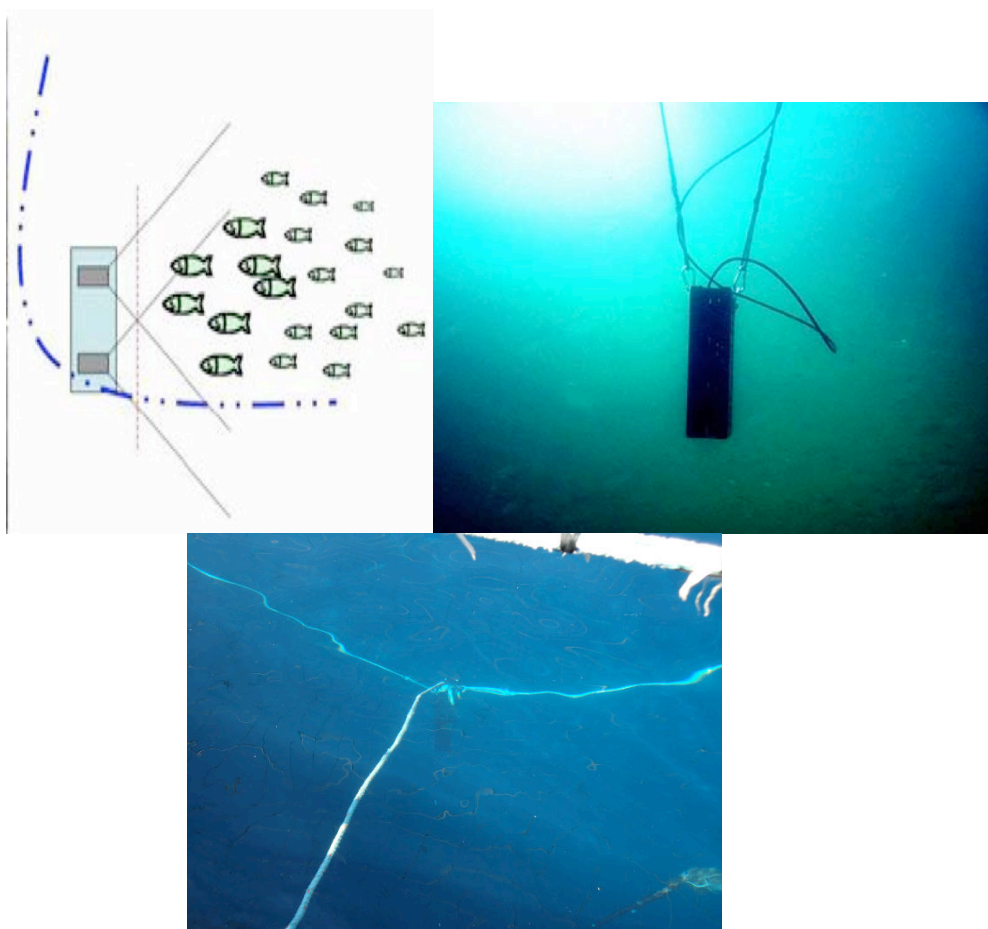


Figura 94: Esquema de la posición del VICASS e imagen para apreciar los cabos de los extremos.

Todos el equipo se maneja desde un barco amarrado cerca de la jaula en el que se realiza las medidas. El sistema óptico realiza una captura de imágenes cada 2 segundos, una cantidad de 500 imágenes por jaula.

Posteriormente se analiza las fotos para obtener las medidas de 100 peces a lo largo de las 500 fotos obtenidas.

### 2.3.3 Biometrias

Para poder calcular los modelos utilizados por el VICASS, hizo falta también la realización de muestreos clásicos para poder comparar resultados.

La lubina es una especie bastante asustadiza y se alimenta a una profundidad de 2 metros, por esta serie de características es difícil muestrearla en jaulas en el mar. En dicho estudio se tubo que realizar tres biometrías y para ello se realizó un procedimiento especial para poder obtener muestras.

#### 2.2.3.1 Material

- Embarcación con grúa y molinillo.
- Salabres.
- Cabos.
- Cubos.
- Un buzo con equipo completo.
- Báscula
- Ictiómetro
- Cubas de hielo
- Libreta de campo

#### 2.3.3.2 Metodología

Para realizar este muestreo será necesario la utilización de una embarcación con una grúa y de la ayuda de un buzo. Se amarra el barco a la jaula, se abre mitad red anti-pájaros (quitando las gomas y bridas que tenga), el buzo se lanza al agua con un cabo. El buzo amarra un cabo al copo de la jaula y el otro extremo está sujeto en la grúa. La grúa levanta el copo, de este modo los peces se ven atrapados en un menor espacio y con menos profundidad, de este modo es accesibles con el salabre (Figura 95 ). Se toman al menos 100 muestras por cada lote y se introducen en la cuba con hielo y dichas cubas son perfectamente etiquetadas para poder procesar en tierra. Se cierra la red anti-pájaros y se deja todo en perfecto estado



*Figura 95 : Levantamiento del copo para realizar un muestreo de lubina.*

Posteriormente en tierra se toman los parámetros necesarios (longitud furcal, alto, ancho y peso) de los 100 peces muestreados. Para facilitar el trabajo se hace uso de un ictiómetro fabricado en MareMar (Figura 96), que con un movimiento permite medir todas los parámetros, excepto el peso. Todo se anota en un estadillo para posterior introducido en el sistemas informáticos.



*Figura 96: Biometría e ictitómetro*

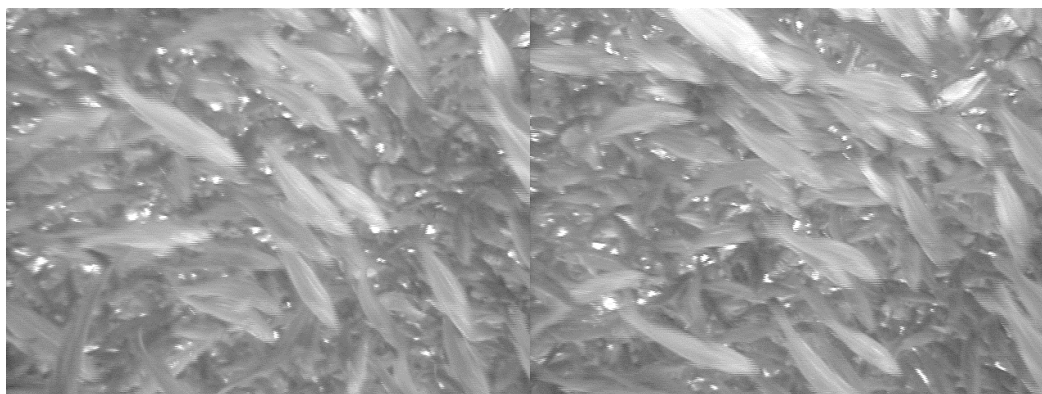


*Figura 97: Báscula utilizada.*

## 2.4 Análisis de los datos ópticos

Con ayuda del sistema estereoscópico VICASS se pretende conocer el tamaño de los peces que aparecen en las imágenes. Como ya se ha indicado, la visión estereoscópica permite la adquisición sincronizada de pares de imágenes de un mismo motivo. El par de imágenes se capturan desde puntos distintos aunque cercanos por cámaras distintas, de modo que los campos visuales de ambos fotogramas no coinciden completamente. No obstante, dichos campos visuales se solapan, y es en esa zona de solapamiento donde se pueden realizar mediciones de los motivos capturados por ambas cámaras.

Como se indica en un punto anterior se realiza la captura de 500 imágenes de manera automática por cada jaula. Se lleva a cabo una gran captura ya que la aleatoriedad del movimiento de los peces y la especial disposición de las cámaras nos inducen a pensar que para disponer de una cantidad de imágenes medibles aceptable, se deberá realizar un gran muestreo (Figura 98).



*Figura 98: Imagen izquierda-derecha del VICASS en Lubina.*

El software de procesamiento de imágenes, que se proporciona con el sistema VICASS, solicita las imágenes tomadas que se almacenan en carpetas comprimidas, y nos pide que le indiquemos a que especie pertenecen las imágenes que se van a procesar (Figura 99), con el fin de seleccionar el algoritmo específico, guardando los resultados en un archivo formato Access \*.mdb.

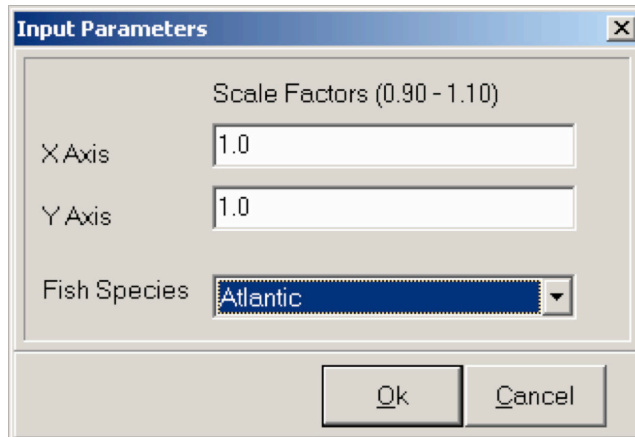


Figura 99: Ventana que demanda la especie..

Automáticamente el software detecta la correspondencia de cada par de imágenes sincronizadas y muestra en pantalla el primer par de imágenes (Figura 100).

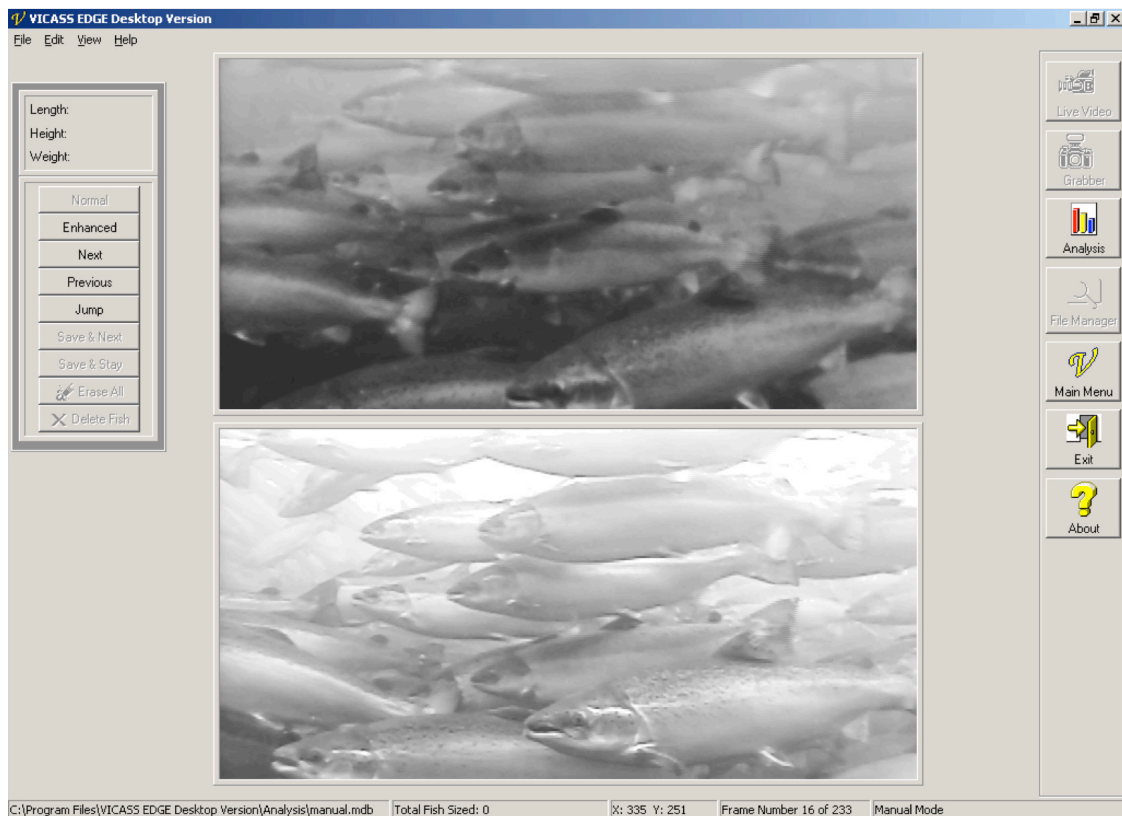


Figura 100: VICASS con imágenes.

El siguiente paso es identificar a un mismo pez en ambos fotogramas. Seguidamente el operador deberá clicar con el ratón la longitud furcal y la altura máxima del pez en ambos fotogramas como se muestra en la Figura 101.



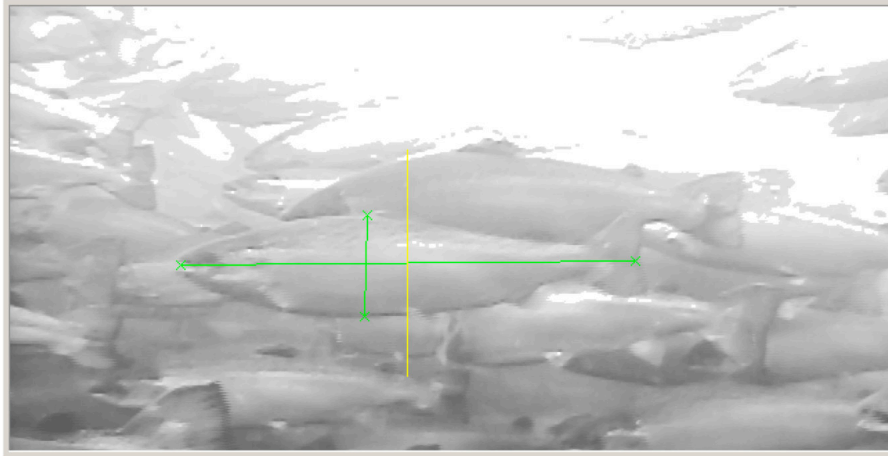


Figura 101: Demarcación de los parámetros para el VICASS.

Finalmente hay que señalar, que en el momento de estimar el peso en kg a partir del algoritmo propio de la especie (Weight), el peso ajustado en kg se calcula con una ecuación de ajuste perfecto obtenida a partir de los valores de longitud furcal y altura máxima pertenecientes al muestreo realizado (AdjustedWeight), la longitud furcal en cm (Length) y altura máxima en cm (Height), la distancia en cm desde las cámaras hasta la nariz (NoseDistance) y la cola (ForkDistance), y las coordenadas de los cuatro puntos que determinan la longitud furcal y la altura máxima (TopBotXY) (Tabla 13).

Tabla 13: Ejemplo de datos exportados del VICASS.

Index	FrameNum	Weight	AdjustedWe	Length	Height	NoseDistanc	ForkDistanc	TopBotXY
1	1	0,125637	0,125637	21,71328	4,399346	81,44724	74,11576	142,195,52,109,123,162,104,177,153,172,62,75,140,130,118,147
2	4	0,152407	0,152407	22,47481	5,061133	94,13858	88,64119	208,132,111,68,185,106,170,125,220,129,128,60,201,98,185,123
3	7	0,124302	0,124302	20,80367	4,761216	88,70137	92,75445	216,156,107,158,179,144,183,167,230,145,115,154,191,135,196,16
4	9	0,124333	0,124333	20,87783	4,726677	85,11706	84,81182	384,41,485,103,423,42,408,63,336,27,446,86,379,31,367,56

El programa a parte de un listado de los parámetros de todos los puntos obtenidos, nos puede mostrar un documento resumen, que es muy útil para hacerse una idea del estado de la jaula (Figura 102).



**VICASS Biomass Report**

File

## VICASS BIOMASS REPORT

**General Information:**

Sample Date:	30/12/1899	Species:	Atlantic
Site:	Site A	Book Weight:	0.0 Kg
Cage ID:	1	Weight Recovery Rate:	14 % (Gutted Loss)
Cage Population:	50000	Degree-Day:	

Comments:

Associated Files: C:\Program Files\VICASS EDGE Desktop Version\Analysis>manual.mdb

**Statistical Information**

Average Weight:	5.21 Kg	Average Dressed Weight:	4.48 Kg
Weight STD:	0.73 Kg	Dressed Weight STD:	0.63 Kg
C.V.:	14.02 %		
Sample Size:	16	Average Condition Factor (K):	1.33
Rejected:	5.88 %	Average Condition Factor (K*10):	13.26
Confidence:	93.13 %	Average Condition Factor (B):	58.85
Minimum Live Weight:	4.22 Kg		
Maximum Live Weight:	6.45 Kg		

Close

## VICASS BIOMASS REPORT

### General Information:

Sample Date:	10/08/2013	Species:	Med. Seabass
Site:	MareMar	Book Weight:	0.0 Kg
Cage ID:	J25	Weight Recovery Rate:	1 %
Cage Population:		(Gutted Loss)	
		Degree-Day:	
Comments:			
Associated Files:	G:\Proyectos\Proyecto Maremar\Vicass\VICASS\Procesado VICASS_Lubina\09-08-13\J25.mdb		

### Statistical Information:

Average Weight:	0.16 Kg	Average Dressed Weight:	0.15 Kg
Weight STD:	0.03 Kg	Dressed Weight STD:	0.03 Kg
C.V.:	22.10 %		
Sample Size:	100	Average Condition Factor (K):	1.33
Rejected:	0.00 %	Average Condition Factor (K*10):	13.31
Confidence:	95.67 %	Average Condition Factor (B):	59.67
Minimum Live Weight:	0.08 Kg	Maximum Live Weight:	0.23 Kg

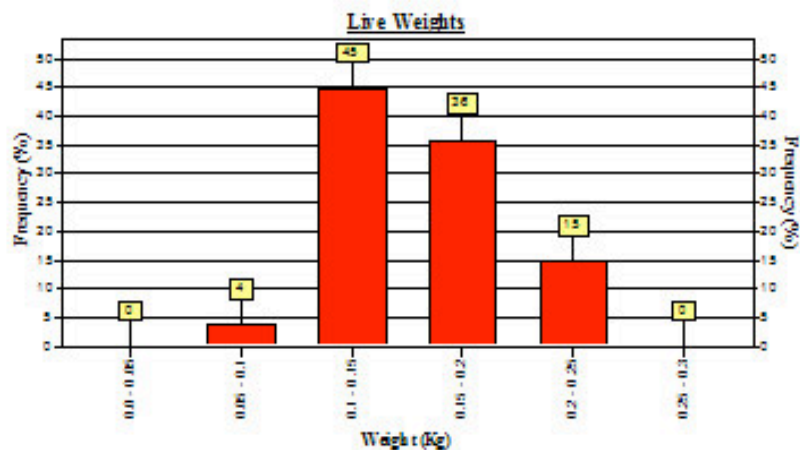


Figura 102: Archivo resumen ofrecido por el programa VICASS.

Con todos estos datos ofrecidos de los 3 muestreos, se pudieron obtener los resultados expuestos en este trabajo.

## 2.5 Modelos de Crecimiento

### 2.5.1 Datos Históricos de la Empresa

Se facilitó un histórico de las jaulas de este estudio, donde marca anteriores muestreos realizados (con el número de peces muestreados, peso medio y coeficiente de

variación). Con estos datos se calculó modelos de crecimiento que se ajustaban a dicha situación. El modelo estaría ajustado a las condiciones reales de producción intensiva, pudiendo ser una herramienta importante para la reducción de costes de producción, mediante la optimización de la ración diaria de alimento, organización de las operaciones de gestión y plan de producción.

El objetivo fue obtener un modelo de predicción precisa y sencilla para la lubina en las jaulas de la empresa **MareMar**, mediante un modelo de regresión en condiciones reales de producción.

Los parámetros de todos los modelos se calcularon mediante análisis de regresión no lineal, Con el peso final de los peces como variable dependiente. El peso final previsto para cada periodo se calculo a partir del peso real inicial.

## 2.5.2 Con Datos de VICASS y Biometrías

Los algoritmos del VICASS, sólo utilizan los parámetros de longitud furcal y alto del pez. La fórmula que utiliza VICASS para la lubina es:

$$W = K_1 * L^{K_2} * H^{K_3}$$

Donde se comparó los modelos observados de las biometrías con los valores predichos de los modelos VICASS. Y se calculó nuevos modelos integrando más parámetros para comprobar si se afina la precisión.

También con los datos obtenidos de los tres muestreos (VICASS+Biometría), se calculó los parámetros de crecimiento y eficiencia nutritiva para poder observar la evolución de cada jaula y comparar con los datos de **MareMar**, las expresiones de estos cálculos son:

- Supervivencia (%):

$$Supervivencia = \frac{n^{\circ} peces_{Finales}}{n^{\circ} peces_{Iniciales}} * 100$$

- Tasa de crecimiento instantáneo (%/día):

$$ICA = \frac{Ln_{PesoFinal} - Ln_{PesoIncid}}{tiempo} * 100$$

- Tasa de alimentación diaria (%/día):

$$TAD = \frac{Ingesta_{Total}}{\left( \frac{Biomasa_{Final} + Biomasa_{Muertos}}{2} + Biomasa_{Inicial} \right) * tiempo} * 100$$

- Proteína Ingerida:

$$ProteínaIngerida = Pienso_{Ingerido} * (PD_{Pienso} / 100)$$

- Coeficiente de Eficacia de Crecimiento (CEC o PER):

$$\frac{\Delta Biomasa}{ProteínaIngerida}$$

- Índice de conversión del alimento (ICA o FCR):

$$ICA = \frac{IngestaTotal}{(Biomasa_{Final} + Biomasa_{Muertos}) - Biomasa_{Inicial}}$$

También se cálculo los parámetros económicos, para poder comparar si el empleo de técnicas no invasivas frente a la utilización de un simple modelo estándar del programa informático, implicaba un mayor beneficio para la empresa:

- Índice de conversión económico (€/Kg), el coste del alimento fue facilitado por la empresa **MareMar**:

$$ICE = ICA * CosteAlimento(€/Kg)$$



- Índice de beneficio económico (€/pez): donde los  $PVP_{Lubina}$  fue extraído de los datos de MercaMadrid para todo el periodo de estudio.

$$IBE = (Peso_{Final} * PVP_{Lubina}) - (ICE * \Delta Peso)$$

## 2.6 Análisis Estadístico

Los datos procedentes del VICASS fueron usados para deducir las fórmulas exactas usadas por el software del VICASS para estimar el peso a partir de las medidas. Los ajustes de estos modelos se comprobaron con los datos de las medidas directas. Con los resultados de las medidas directas se calculan y comparan nuevos modelos. Las regresiones fueron hechas mediante análisis de regresión no lineal, con ayuda del paquete estadístico StatGraphics Plus 5.1 (Copyright 1994-2001, Statistical Graphics Corp.).

Del mismo modo se utilizó regresiones no lineales para el tratamiento de los datos históricos de la empresa, con el mismo paquete estadístico. Utilizando el peso final de los peces como variable dependiente. Mientras que, el peso inicial, el tiempo en días y la media de la temperatura de cada periodo y la temperatura efectiva como variables independientes



## Capítulo III: Resultados y Discusión

### 3.1 Modelos de VICASS

Debido a que el objetivo principal del estudio fue obtener los modelos de cálculo del VICASS para la estimación el peso de las lubinas, se realizaron una serie de medidas directas.

El modelo utilizado por VICASS fue  $W = k1 * L^{k2} * H^{k3}$ , donde L es la longitud y H la altura del pez. Esta ecuación viene en función de las características morfológicas de la lubina y de sus puntos de medición en el VICASS.

Poniendo de manifiesto este modelo con los observados por métodos directos, se puede ver en la Figura 103, el modelo ajustado y el error medio obtenido.

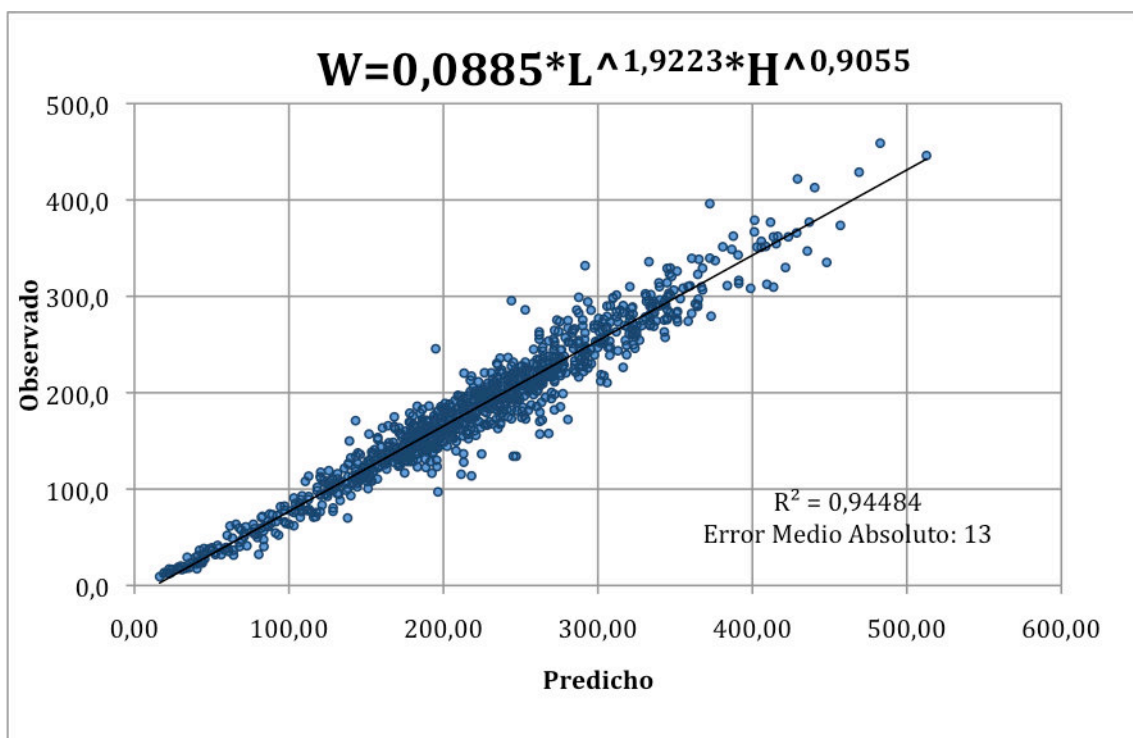


Figura 103: Valores predichos por el modelo del VICASS frente al peso observado.

Se aprecia que se obtiene un valor de  $R^2$  superior al 90%, con un error medio absoluto de 13 g.

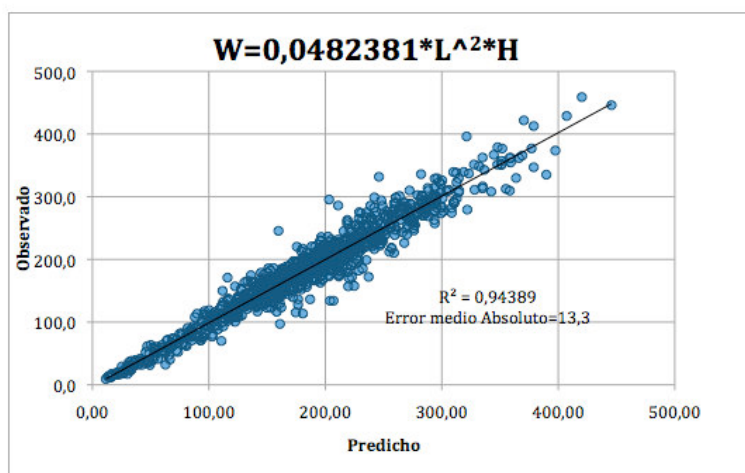
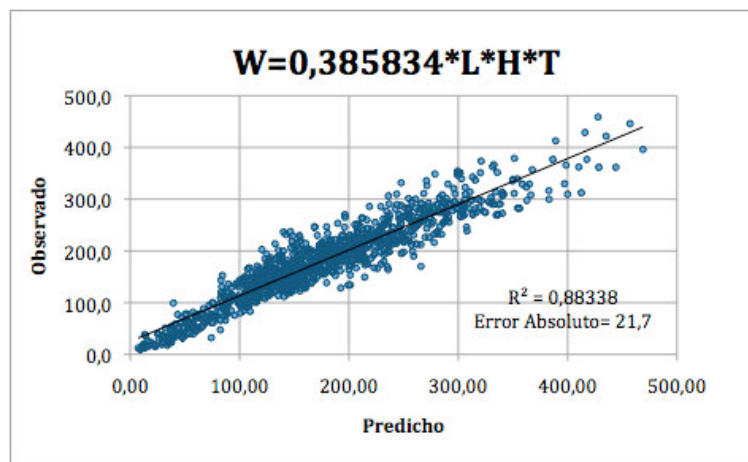
Pero existe un cierto interés para desarrollar modelos propios que puedan estimar lo más acertadamente posible el peso. Para ello se propusieron tres modelos. Estos modelos se basan en la integración de un parámetro más en el cálculo, para poder afinar más la predicción, siendo éste es la anchura (T).



Los modelos propuestos fueron:

- $W = k1 * L * H * T$ , tomando la hipótesis de que el pez es como si fuera un paralelepípedo rectangular de tres medidas distintas, calculando su volumen.
- $W = k1 * L^2 * H$ , en este caso se utiliza la fórmula utilizada para la dorada (*Sparus aurata*) en el VICASS, para comprobar posibles relaciones. En este caso sigue siendo un paralelepípedo rectangular de dos medidas.
- $W = k1 * L * H^2$ , por último se calculó este modelo, siguiendo la misma analogía que en el modelo anterior, pero colocando la H al cuadrado.

En la Figura 104 se puede ver representados los valores observados por medición directa frente a los predichos para los modelos propuestos.



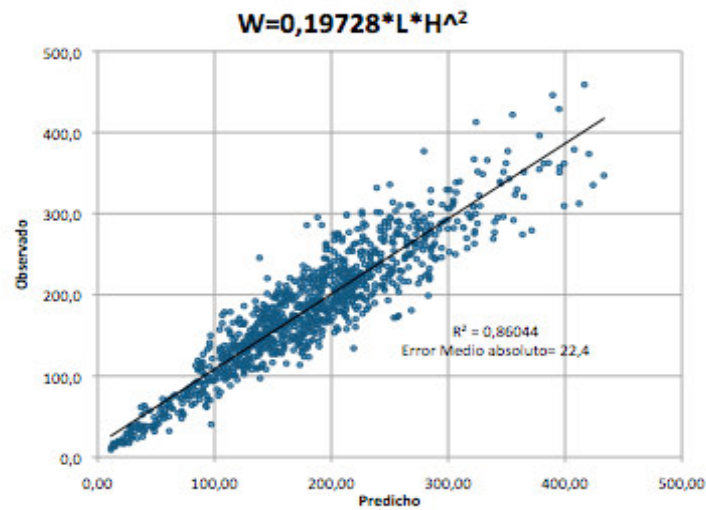


Figura: Valores estimados de los modelos desarrollados frente a los pesos observados.

Se puede ver que se obtienen unos valores de  $R^2$  superiores a 90%, menos el modelo que considera las tres dimensiones (L, H, y T), y el que considera la altura H al cuadrado, que presentan también los mayores errores medios absolutos. La introducción de la tercera media, ancho, induce errores de medida que se reflejan en la medición.

Estos resultados fueron obtenidos en el primer muestreo, en este se decidió tomar la longitud total, debido a que en el VICASS podría ser difícil el marcado de la furcal. Pero esa decisión no fue correcta, debido a que si es posible el marcado de la furcal en el programa, y las medidas de la longitud total genera una sobreestimación de los pesos en los modelos. Por eso en los siguientes dos muestreos se midieron los mismos parámetros, pero la longitud se midió a la furcal, obteniendo estos valores para el modelo del VICASS (Figura 105):

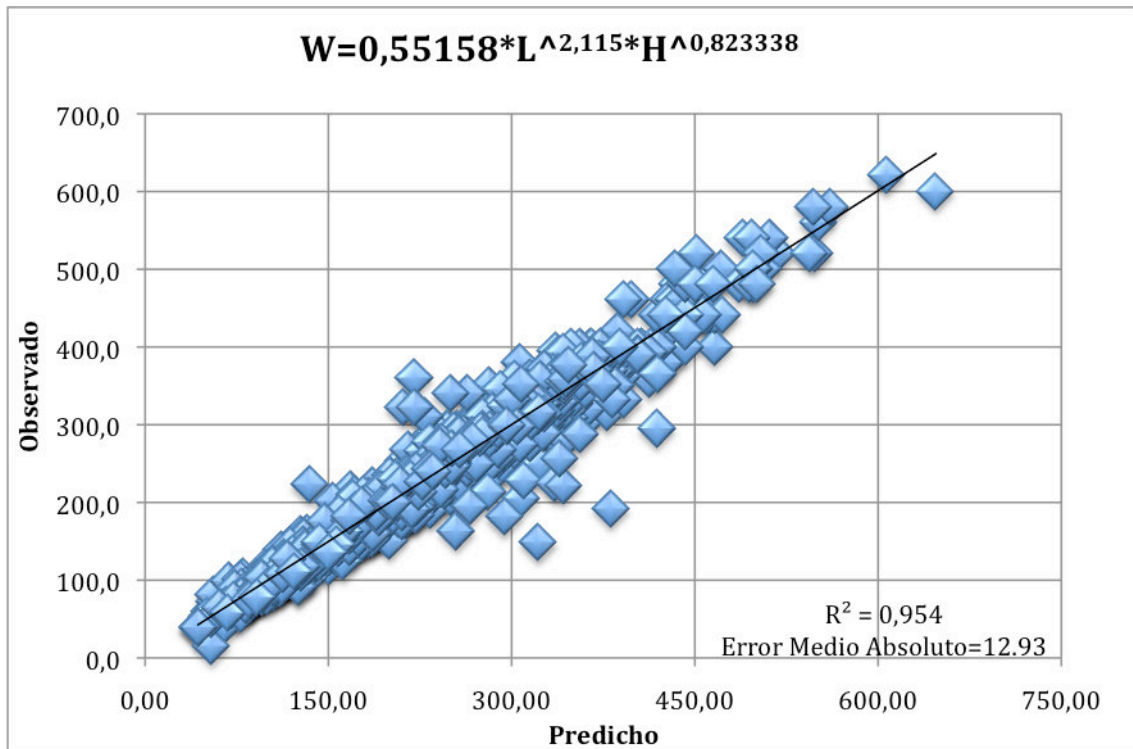
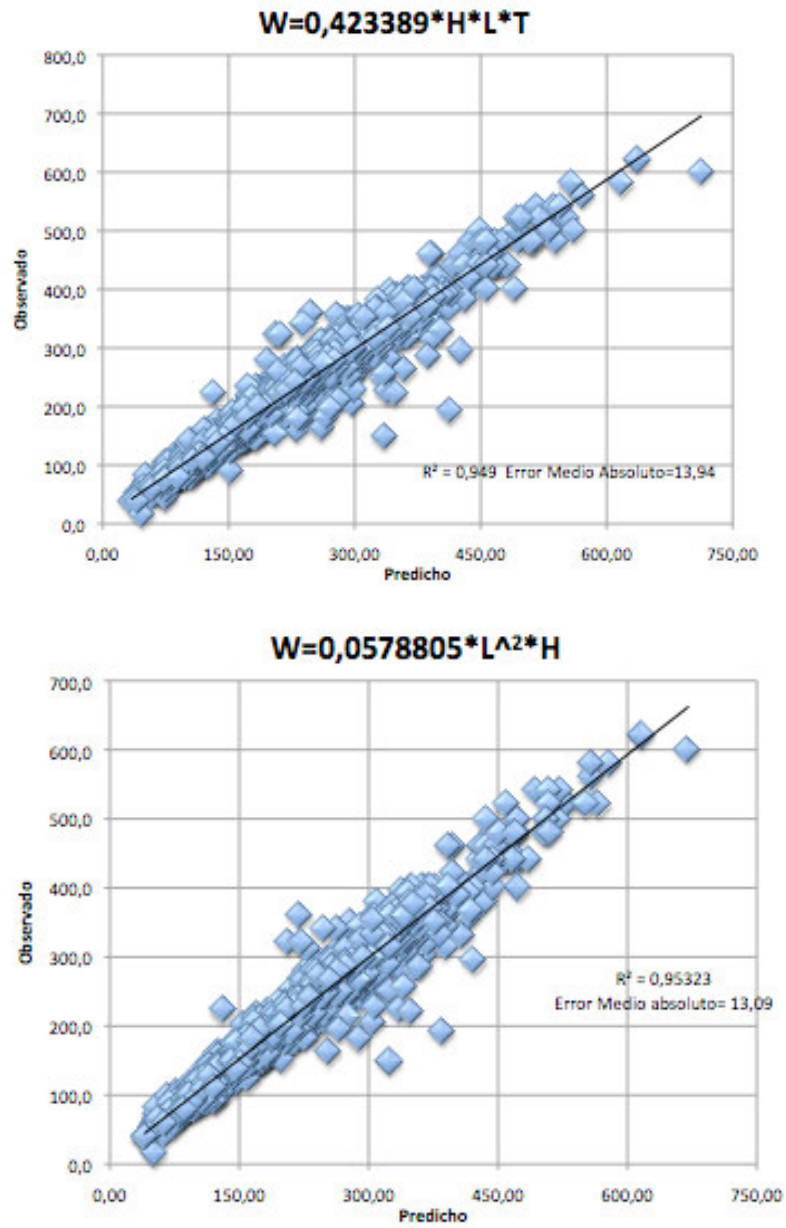


Figura 105: Valores predichos por el modelo del VICASS frente al peso observado, midiendo a la furcal.

Se puede apreciar que tanto el  $R^2$  como el error medio absoluto se ven reducidos obteniendo la medida a la furcal.



Lo modelos propuestos se muestran en la Figura 106:



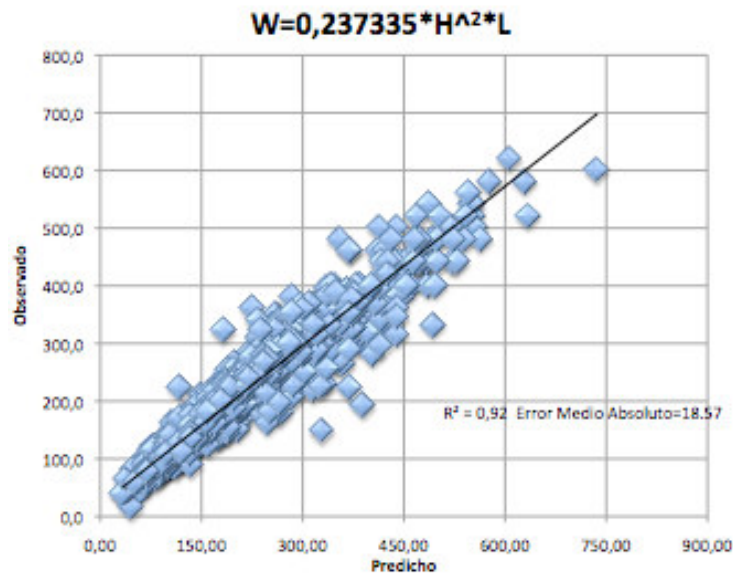


Figura 106: Valores estimados de los modelos desarrollados frente a los pesos observados midiendo a la furcal.

Se puede apreciar que todos los modelos obtenidos tienen un  $R^2$  superior a 90%, y viéndose todos mejorados tanto en su  $R^2$  como en su error medio absoluto. Encontrando los peores resultados en el modelo el que considera a  $H^2$ .

Para estos dos muestreos también se consideró el modelo establecido por Shieh & Petrell (1998), calculado para el salmón atlántico (*Salmo salar*), para ver si era apropiado también para la utilización en lubinas:  $W=k_1+k_2 \cdot (L^2 \cdot H)$  (Figura 107).

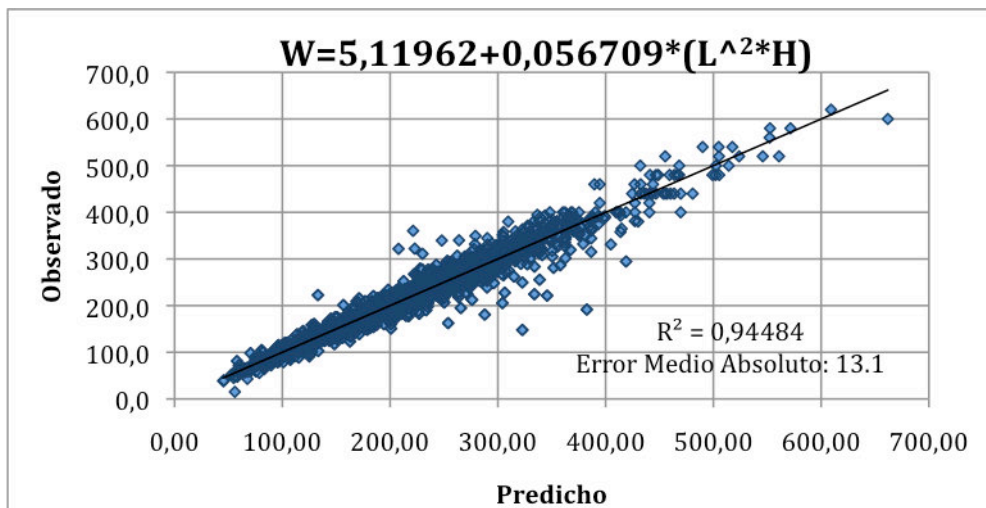


Figura 107: Modelo de Shieh & Petrell para el VICASS.

Se puede ver que el modelo de Shieh & Petrell, creado para el salmón atlántico, tiene un ajuste similar a los planteados anteriormente.

Queda comprobado de que el sistema del VICASS se debe de medir a la longitud furcal, para no sobreestimar los pesos y obtener unos datos más fiables.

### 3.2 Comparación de los Sistemas de Muestreo VICASS y Biometría

Como se ha comentado anteriormente, durante todo el estudio se realizaron tres muestreos a 16 jaulas de la empresa *MareMar*, utilizando la técnica VICASS y biometrías clásicas. Los muestreos se realizaban cada tres semanas, donde se procesaban 100 peces con el VICASS y 100 con la biometría normal.

Por los dos métodos de muestreo se obtuvieron los pesos medios de cada jaula, donde en la Tabla 14 y Figura 108 se exponen los valores encontrados:

Tabla 14: Resumen de los tres muestreos realizados.

JAULA	11/06/13			09/07/13			12/08/13		
	VICASS PM (g)	Biometría PM (g)	Dif (g)	VICASS PM (g)	Biometría PM (g)	Dif (g)	VICASS PM (g)	Biometría PM (g)	Dif (g)
J25	100,88	87,51	13,37	127,74	111,3	16,48	155,84	150,1	5,72
J26	94,01	46,09	47,92	99,97	87,9	12,08	140,70	115,4	25,28
J27	125,79	118,28	7,51	177,52	163,6	13,91	188,32	192,0	3,68
J28	101,55	-		126,37	120,1	6,22	149,84	146,1	3,72
J29	150,43	155,26	4,83	185,29	192,6	7,27	222,49	215,6	6,92
36X	172,15	-		-	-			-	
J31	222,78	221,15	1,63	232,93	247,6	14,68	311,64	331,3	19,63
J32	173,96	165,59	8,37	227,29	214,8	12,53	247,99	283,4	35,40
J33	230,08	219,22	10,85	238,98	232,8	6,20	294,02	297,3	3,33
J34	217,09	214,89	2,21	225,34	253,1	27,72	284,28	293,6	9,35
J35	208,51	205,62	2,89	247,84	245,1	2,70	297,42	303,9	6,49
J36	179,82	194,95	15,13	237,48	226,3	11,22	251,25	251,6	0,38
J30-36XX	194,87	194,32	0,54	218,70	238,5	19,84	282,19	-	
		<b>R<sup>2</sup></b>	0,949		<b>R<sup>2</sup></b>	0,948		<b>R<sup>2</sup></b>	0,974
	<b>Error Medio Absoluto</b>		<b>10,48</b>	<b>Error Medio Absoluto</b>		<b>12,57</b>	<b>Error Medio Absoluto</b>		<b>10,90</b>

PM: Peso Medio en gramos.

Dif: /PM VICASS - PM Biometría/

Error Medio absoluto: Sumatorio Dif/ N

Se puede apreciar en la tabla y gráficas que no se muestrearon todas las jaulas, esto fue debido a la logística de la empresa que imposibilitaba el muestreo de dichas jaulas.

La diferencia mayor que se encontró fue en el último muestreo, con una diferencia de 47,92 g en la jaula 32.

Se encontró que la comparación de las dos técnicas en todos los muestreos mostraba una  $R^2$  superior a 90% y el error medio absoluto mayor se encontró en el segundo muestreo con 12,57 g.

En la Figura 109 muestra la comparación del VICASS con la Biometría considerando todos los muestreos:

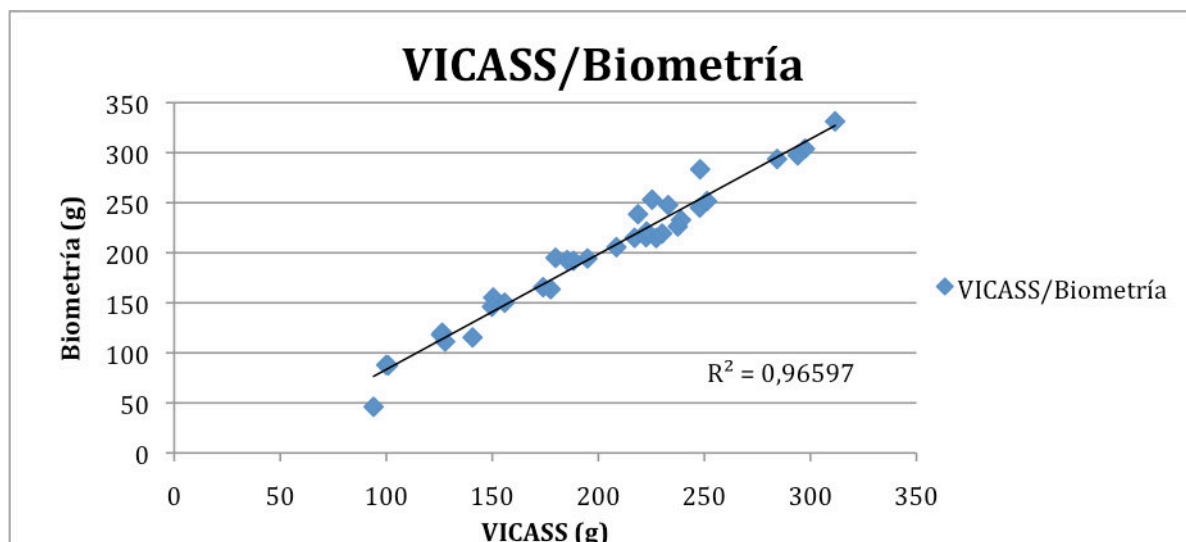


Figura 109: Comparación de los tres muestreos para el VICASS y la Biometría.

Como se puede observar el  $R^2$  es de 0,96 con un error medio absoluto de 10,16 g.

Cabe destacar que en el primer muestreo de este estudio, se tuvieron una serie de problemas: Fue la primera toma de contacto con la metodología VICASS, por ello las imágenes tomadas no fueron de la calidad necesaria, generando muchas imágenes donde no aparecía ningún pez (Figura 110). Esto ocasionó, que en muchas jaulas no se pudo llegar al número de 100 peces procesados. Por otro lado, también los problemas en las biometrías, como se comentó anteriormente, no se realizó muchas jaulas y de las que se realizaron no todas llegaron a un número de 100 peces procesados. Por lo tanto es conveniente una comparación de los dos últimos muestreos, que se refinó la técnica VICASS y se realizó biometrías de 100 peces.

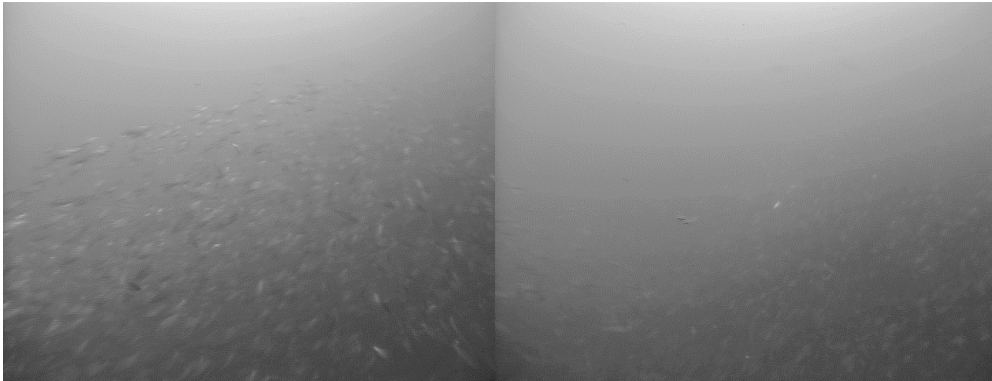


Figura 110: Imágenes del primer muestro, donde no se encuentran peces o están muy lejos.

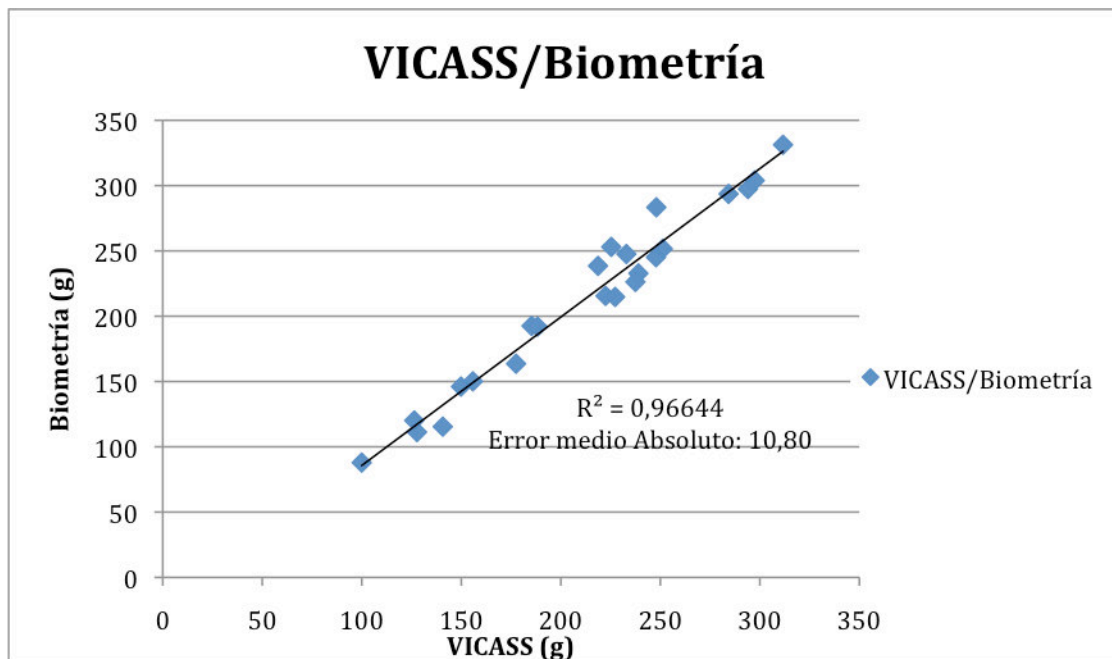


Figura 111: Comparación del VICASS con la Biometría de los últimos dos muestros.

Se puede observar que la  $R^2$  es de 0,966 mientras que el error medio absoluto es de 10,80 g, este resultado es más realista porque no está influido por errores groseros no metodológicos.

El Informe Final Plan Nacional de cultivos marinos de JACUMAR (2004-2006), estudió la utilización del VICASS en dorada (*Sparus aurata*) y obtuvo errores inferiores a 5%, con un error relativo al 95% con un tamaño muestral de 82 individuos. Mientras que para el atún rojo (*Thunnus thynnus*) un error medio de 6,14% en la determinación del peso en 18 individuos.

Mientras el mismo informe determinó que al comportamiento de la lubina, siendo mucho más esquiva y desconfiada que el de la dorada u otras especies que se





producen, se decidió dejar de trabajar con esta especie por el estrés que producían las cámaras y el no conseguir buenas imágenes.

Por lo tanto en este estudio se obtuvieron datos válidos para la utilización del VICASS en la lubina, sin causar un stress para los animales.

Como se ha comentado en este trabajo, el VICASS es un sistema no invasivo de muestreo, donde no ocasiona muerte ni stress a los peces. Pero el uso del VICASS no se limita sólo a estos parámetros; el uso del VICASS proporciona un ahorro de personal y material, debido a que no se realiza la biometría característica que se realizó en este estudio. De este modo no existiría un riesgo de rotura de la red, debido al tensado excesivo al levantar el copo; ni un riesgo para el buzo y operarios que realizan esta labor.

### **3.3 Importancia de los muestreos sobre los datos nutritivos y económicos**

En el trabajo, se tuvo acceso a los datos de producción de la empresa del periodo de estudio. De este modo es posible una comparación de los resultados del sistema de *MareMar*, con los resultados obtenidos utilizando los muestreos (VICASS y Biometrías).

Partiendo de los datos globales que se muestran en la Tabla 15:

Tabla 15: Tabla Resumen de los datos obtenidos en las prácticas:

Jaula	Fecha	MareMar			T°C	T°C-T°Efect	VICASS		Biometría		Pienso	Proteína Bruta Pienso (%)
		Pm(g)	N peces	N Bajas			PM(g)	PM(g)				
25	11/6/13	95,234	312400	50	19	7	100,88	87,51	399	0,41		
25	9/7/13	119,288	309654	0	24	12	127,74	111,3	777	0,42		
25	12/8/13	177,719	305494	50	26	14	155,84	150,1	200	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>155,84</b>	<b>150,1</b>	<b>35145</b>			
26	11/6/13	72,308	314317	50	19	7	94,01	46,09	294	0,41		
26	9/7/13	96,48	311584	0	24	12	99,97	87,9	575	0,42		
26	12/8/13	138,064	308662	50	26	14	140,7	115,4	200	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>140,7</b>	<b>115,4</b>	<b>26790</b>			
27	11/6/13	141,602	321326	50	19	7	125,79	118,28	452	0,41		
27	9/7/13	166,731	318579	0	24	12	177,52	163,6	860	0,42		
27	12/8/13	222,799	315069	50	26	14	188,32	192	200	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>188,32</b>	<b>192</b>	<b>40963</b>			
28	11/6/13	105,475	259575	50	19	7	101,55	-	282	0,41		
28	9/7/13	129,105	257315	0	24	12	126,37	120,1	300	0,42		
28	12/8/13	165,556	254776	50	26	14	149,84	146,1	200	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>149,84</b>	<b>146,1</b>	<b>19824</b>			
29	11/6/13	173,749	283527	50	19	7	150,43	155,26	553	0,41		
29	9/7/13	210,661	281289	0	24	12	185,29	192,6	676	0,42		
29	12/8/13	266,041	278545	50	26	14	222,49	215,6	200	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>222,49</b>	<b>215,6</b>	<b>44425</b>			
31	11/6/13	168,315	241337	100	19	7	222,78	221,15	358	0,41		
31	9/7/13	195,819	239460	30	24	12	232,93	247,6	867	0,42		
31	12/8/13	210,359	237093	40	26	14	311,64	331,3	230	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>311,64</b>	<b>331,3</b>	<b>18741</b>			
32	11/6/13	230,712	271532	100	19	7	173,96	165,59	394	0,41		
32	9/7/13	249,206	268977	30	24	12	227,29	214,8	690	0,42		
32	12/8/13	352,824	189092	120	26	14	247,99	283,4	750	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>247,99</b>	<b>283,4</b>	<b>41755</b>			
33	11/6/13	214,886	265281	100	19	7	230,08	219,22	302	0,41		
33	9/7/13	248,168	263089	20	24	12	238,98	232,8	860	0,42		
33	12/8/13	304,81	260219	160	26	14	294,02	297,3	800	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>294,02</b>	<b>297,3</b>	<b>41720</b>			
34	11/6/13	226,264	297234	80	19	7	217,09	214,89	559	0,41		
34	9/7/13	259,01	294695	30	24	12	225,34	253,1	1001	0,42		
34	12/8/13	316,18	291581	150	26	14	284,28	293,6	800	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>284,28</b>	<b>293,6</b>	<b>49769</b>			
35	11/6/13	208,571	255588	100	19	7	208,51	205,62	528	0,41		
35	9/7/13	246,777	252122	30	24	12	247,84	245,1	657	0,42		
35	12/8/13	336,208	250592	180	26	14	297,42	303,9	800	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>297,42</b>	<b>303,9</b>	<b>52967</b>			
36	11/6/13	164,445	324604	100	19	7	179,82	194,95	342	0,41		
36	9/7/13	204,668	321957	30	24	12	237,48	226,3	1000	0,42		
36	12/8/13	252,336	318787	150	26	14	251,25	251,6	700	0,41		
<b>Días Totales</b>												
<b>Global</b>						<b>62</b>	<b>251,25</b>	<b>251,6</b>	<b>44340</b>			

Con esta serie de datos, se calculó los índices de crecimiento y parámetros nutritivos.



Se separó en datos obtenidos utilizando el sistema de *MareMar*, datos obtenidos con datos del VICASS y por último datos obtenidos con la biometría.

Utilizando los datos globales de estudio, se calculó la supervivencia de cada jaula y el Coeficiente de Eficacia de Crecimiento (PER), la Tasa de Alimentación Diaria (TAD) y el Índice de Conversión del Alimento (ICA). El ICA se calculó teniendo en cuenta los animales muertos y sin ellos, ya que desde un punto de vista empresarial, el ICA que interesa es el real, es decir, sin contar la mortalidad, para la estimación de éste índice (Tablas 16, 17 y 18).

Tabla 16: Datos globales obtenidos con los datos de *MareMar*.

Jaula	Pinicial(g)	Pfinal(g)	Pienso (kg)	Supervivencia	PER	TAD(%/d)	ICA	
							Con Mortalidad	Sin Mortalidad
26	72,308	138,064	26790	98,20	1,86	1,31	1,31	1,35
25	95,234	177,719	35145	97,79	1,76	1,33	1,38	1,43
28	105,475	165,556	19824	98,15	1,89	0,91	1,28	1,34
27	141,602	222,799	40963	98,05	1,53	1,13	1,59	1,66
36	164,445	252,336	44340	98,21	1,55	1,06	1,57	1,64
31	168,315	210,359	18741	98,24	1,30	0,66	1,86	2,03
29	173,749	266,041	44425	98,24	1,41	1,15	1,71	1,79
35	208,571	336,208	52967	98,05	1,48	1,23	1,64	1,71
33	214,886	304,81	41720	98,09	1,38	0,98	1,77	1,87
34	226,264	316,18	49769	98,94	1,29	1,00	1,88	2,00

Se puede apreciar que en el periodo de estudio, la supervivencia es superior a 98% (menos en la jaula 25). Según los datos de *MareMar*, se obtuvo un crecimiento promedio de 81,9 g.

El pienso utilizado en la empresa, tiene una media de 41% de proteína bruta en su composición. Se aprecia la tendencia del PER a disminuir en función del peso del animal, debido a que existe un menor incremento de biomasa y el pienso utilizado para esa clase de peces, tiene un menos contenido en proteína.

Por lo contrario, el ICA va creciendo a medida que aumenta el peso del animal, debido a que necesitan más cantidad de pienso, para poder engordar un kilo. El ICA siempre será menos al considerar los peces muertos, porque se eliminan del consumo estas bajas. El ICA en este periodo, es en todos los casos inferior a 2, siendo un índice muy bueno, siendo por lo general superiores a 2.

Estos resultados obtenidos son los calculados por el programa utilizado por la empresa, cabe decir de que los datos introducidos, no son todos tomados en campo. El propio programa calcula los parámetros para cada día, la propia empresa se debe de encargar de realizar muestreos para poder calibrar el sistema.

Tabla 17: Datos globales obtenidos con los datos de VICASS.

Jaula	Pinicial(g)	Pfinal(g)	Pienso (kg)	Supervivencia	PER	TAD(%/d)	ICA	
							Con Mortalidad	Sin Mortalidad
26	94,01	140,7	26790	98,20	1,32	1,18	1,84	1,93
25	100,88	155,84	35145	97,79	1,17	1,42	2,07	2,18
28	101,55	149,84	19824	98,15	1,52	0,99	1,60	1,68
27	125,79	188,32	40963	98,05	1,18	1,32	2,06	2,17
29	150,43	222,49	44425	98,24	1,10	1,36	2,19	2,30
36	179,82	251,25	44340	98,21	1,26	1,03	1,93	2,04
35	208,51	297,42	52967	98,05	1,03	1,33	2,35	2,49
34	217,09	284,28	49769	98,94	0,96	1,08	2,52	2,71
33	230,08	294,02	41720	98,09	0,98	0,97	2,48	2,70

Observando los datos obtenidos, se puede apreciar que el crecimiento medio es inferior al del sistema de *MareMar* (66,5 g). Se aprecia la misma tendencia de descenso del PER, siendo más bajos los calculados por los datos VICASS.

Se observa una tendencia en el ICA, donde éste aumenta, a medida que aumenta el tamaño del pez, siendo valores más altos y más característicos en producciones de lubina.

Tabla 18: Datos globales obtenidos con los datos de la Biometría.

Jaula	Pinicial(g)	Pfinal(g)	Pienso (kg)	Supervivencia	PER	TAD(%/d)	ICA	
							Con Mortalidad	Sin Mortalidad
26	46,09	115,4	26790	98,20	1,96	1,71	1,24	1,27
25	87,51	150,1	35145	97,79	1,34	1,54	1,82	1,90
28	101,55	146,1	19824	98,15	-	-	-	-
27	125,79	192	40963	98,05	1,39	1,33	1,75	1,82
29	150,43	215,6	44425	98,24	0,92	1,37	2,62	2,77
36	179,82	251,6	44340	98,21	1,00	0,99	2,43	2,62
35	208,51	303,9	52967	98,05	1,14	1,32	2,13	2,24
34	217,09	293,6	49769	98,94	1,13	1,07	2,15	2,29
33	230,08	297,3	41720	98,09	1,20	0,99	2,03	2,17

En la jaula 28 no se realizó biometría.

El crecimiento observado de diferencia de peso final con el peso inicial, es muy similar al obtenido con el procedimiento VICASS, siendo de 68,74 g.

Donde el PER no se observa una clara tendencia a reducirse en función del peso. Pero por lo contrario el ICA sigue como se ha descrito anteriormente. Siendo en este caso, más parecido al del sistema de *MareMar*.

Posteriormente se calculó el TCI y CTC, dividiéndolos del mismo modo (Tablas 19, 20 y 21):

Tabla 19: Resultados del TCI y CTC de datos de MareMar:

Jaula	Pinicial(g)	Pfinal(g)	TCI (%/dia)	CTC
26	72,308	138,064	1,04	0,00133
25	95,234	177,719	1,01	0,00140
28	105,475	165,556	0,73	0,00102
27	141,602	222,799	0,73	0,00113
36	164,445	252,336	0,69	0,00115
31	168,315	210,359	0,36	0,00057
29	173,749	266,041	0,69	0,00113
32	173,96	247,99	0,57	0,00093
35	208,571	336,208	0,77	0,00136
33	214,886	304,81	0,56	0,00098
34	226,264	316,18	0,54	0,00095

Tabla 20: Resultados del TCI y CTC de datos de VICASS:

Jaula	Pinicial(g)	Pfinal(g)	TCI (%/dia)	CTC
26	94,01	140,7	0,65	0,00087
25	100,88	155,84	0,70	0,00096
28	101,55	149,84	0,63	0,00086
27	125,79	188,32	0,65	0,00096
29	150,43	222,49	0,63	0,00098
36	179,82	251,25	0,54	0,00091
35	208,51	297,42	0,57	0,00099
34	217,09	284,28	0,43	0,00075
33	230,08	294,02	0,40	0,00069

Tabla 21: Resultados del TCI y CTC de datos de Biometría:

Jaula	Pinicial(g)	Pfinal(g)	TCI (%/dia)	CTC
J26	46,09	115,4	1,48	0,00170
J25	87,51	150,1	0,87	0,00116
J27	125,79	192	0,78	0,00114
J29	150,43	215,6	0,53	0,00082
J36	179,82	251,6	0,41	0,00070
J35	208,51	303,9	0,63	0,00109
J34	217,09	293,6	0,50	0,00087
J33	230,08	297,3	0,49	0,00086

En los tres se puede apreciar la tendencia del TCI ha descender a medida que aumenta el peso inicial, debido a que el TCI no tiene en cuenta la temperatura y varia con el tamaño de los peces.

Por lo contrario el CTC considera la temperatura del agua, considerando que los meses de temperaturas bajas los peces no crecen. Por lo tanto en las gráficas, se ve una tendencia casi lineal del CTC, debido a que no se ve afectado por el peso.

Pero los valores de CTC, en los datos de *MareMar* como la de la biometría, son altos para la lubina, según (Kaushik 1998) deberían rondar entre 0,00056-0,00086. Por lo contrario los datos obtenidos con el VICASS se aproximan a estos valores citados.

Para el cálculo de los parámetros económicos (Índice de Conversión Económico y Índice de Beneficio Económico), se tomó los datos de venta de la lubina según (MercaMadrid) (3,60-4,30 €/kg), y el precio del pienso es de 0,95 €/kg (Tabla 22).

Tabla 22: Resumen de los datos económicos:

Jaula	MareMar		VICASS		Biometría		MareMar		VICASS		Biometría	
	Pinicial(g)	Pfinal(g)	Pinicial(g)	Pfinal(g)	Pinicial(g)	Pfinal(g)	ICE(€/Kg)	IBE(€/pez)	ICE(€/Kg)	IBE(€/pez)	ICE(€/Kg)	IBE(€/pez)
26	72,308	138,064	94,01	140,7	46,09	115,4	1,24	0,48	1,75	0,49	1,18	0,39
25	95,234	177,719	100,88	155,84	87,51	150,1	1,31	0,61	1,97	0,53	1,73	0,50
27	141,602	222,799	125,79	188,32	125,79	192	1,51	0,78	1,96	0,64	1,66	0,66
29	173,749	266,041	150,43	222,49	150,43	215,6	1,63	0,93	2,08	0,75	2,49	0,73
36	164,445	252,336	179,82	251,25	179,82	251,6	1,49	0,90	1,83	0,89	2,31	0,89
35	208,571	336,208	208,51	297,42	208,51	303,9	1,56	1,17	2,24	1,01	2,02	1,04
34	226,264	316,18	217,09	284,28	217,09	293,6	1,79	1,13	2,39	1,00	2,04	1,03
33	214,886	304,81	230,08	294,02	230,08	297,3	1,68	1,09	2,36	1,04	1,93	1,06

Como es comprensible, a medida que aumenta el peso de los peces aumenta el ICE, debido a que cuesta más engordar un kilo. Pero a mayor peso de pez, se obtiene un mayor beneficio, de este beneficio se tiene que descontar el coste de producción de la empresa.

Se puede ver que el margen de beneficios es muy pequeño, aproximadamente 1 €/kg, siendo los valores muy parecidos en los tres casos. Mientras que los ICE calculados con los datos del VICASS y biometrías son mayores a los calculados por el sistema informático. Por lo tanto, es posible que el sistema este sub-estimando estos parámetros, transformándose en pérdidas futuras no previstas. Siendo más conservadores los datos obtenidos con los datos VICASS y biometrías.

### 3.4 Estudio de modelos para la instalación

En la Tabla 23 muestra los pesos iniciales, finales, número de días, temperatura media de este periodo y temperatura efectiva. Todos estos datos proceden del histórico de *MareMar*, en condiciones de producción.

El sumatorio de la temperatura efectiva es la suma de temperaturas medias diarias efectivas  $T_{ef} = n * (T_{media} - T_{efEspecie})$ . Cada especie tiene una temperatura efectiva, donde si es inferior a esta temperatura los peces no crecen, para el caso concreto de la lubina, esta es de:  $T_{ef} > 12^{\circ}\text{C}$ .

Tabla 23: Datos históricos de *MareMar* de las jaulas estudiadas:

JAULA	Peso Inicial	Peso Final	Días	Temperatura Media	Temperatura Efectiva
J25	10,37	88,00	279	17,41	1416,6
J26	9,17	46,00	274	17,41	1364,2
J27	11,96	118,00	314	18,29	1946,45
J28	11,47	44,00	130	17,42	1007,2
J29	11,16	155,00	330	18,85	2184,55
J31	10,97	168,00	364	19,18	3084,45
J32	8,52	166,00	383	19,15	2747,45
J33	8,45	219,00	378	19,15	2580,2
J34	8,44	215,00	383	19,15	2746,25
J35	8,6	206,00	378	19,00	2712,5
J36	8,07	195,00	365	19,18	2576,35
36X	9,96	174,00	382	19,15	2418,15
J30-36XX	9,35	194,00	419	18,88	4100,5

De los 13 lotes descritos, se puede apreciar que el peso medio de la lubina, creció de 9,73 a 152,9 g en 336,85 días con 2375,76 °C de temperatura efectiva.

Se desarrollaron cuatro ecuaciones de regresión en base a los modelos de (Petridis y Rogdakis 1996; Lupatsch y Kissil 1998; Lupatsch *et al* 2003). En la siguiente Tabla 24 se muestra los resultados obtenidos:

Tabla 24: Estimación de las constantes y  $R^2$  de los modelos propuestos:

	Estimación de los valores	R <sup>2</sup>
MODELO 1		
k1	0,000952282	91,28
k2	-0,452027	
k3	0,377885	
MODELO 2		
k1	1224,46	65,35
k2	-1,20755	
k3	0,000260002	
MODELO 3		
k1	8,37273*10 <sup>-7</sup>	90,01
k2	-0,601307	
k3	4,94007	
MODELO 4		
k1	3,47212	76,57
k2	-0,945901	
k3	0,762316	

Dos de los modelos de regresión muestran una alta estadística significativa, con valores de R<sup>2</sup> superiores a 90%, por lo que pueden ser suficientes para predecir el crecimiento.

El modelo 1 dispone de tres parámetros, similar al modelo desarrollado por Lupatsch y Kissil (1998), se considera el peso final (P<sub>F</sub>) en función del peso inicial (P<sup>k<sub>2</sub></sup><sub>I</sub>), el número de días que dura el periodo (n) y la media de las temperaturas del periodo (exp(k<sub>3</sub>\*T<sub>M</sub>)), obteniendo un valor de R<sup>2</sup>=91,28% y un error medio absoluto de 14,04.

$$P_F = P_I + n * k_1 * P_I^{k_2} * \exp(k_3 * T_M)$$

El modelo 2 fue un modelo de regresión exponencial no lineal, con tres parámetros, donde el peso final (P<sub>F</sub>) era función del peso inicial (P<sup>k<sub>2</sub></sup><sub>I</sub>) y la suma de las temperaturas efectivas diarias (exp(k<sub>3</sub> Σ T<sub>ef</sub> °C<sup>-1</sup>)), obteniendo un R<sup>2</sup> 65,35% y un error medio absoluto de 29,7.

$$P_F = k_1 * P_I^{k_2} * \exp(k_3 * \sum T_{ef})$$

El modelo 3 es similar al diseñado por Petridis y Rogdakis (1996), pero se considerando el peso final (P<sub>F</sub>) en función del inicial (P<sup>k<sub>2</sub></sup><sub>I</sub>), número de días que dura el estudio (n) y la temperatura media del periodo de estudio (T<sup>k<sub>3</sub></sup><sub>M</sub>), obteniendo un R<sup>2</sup>=90,01% con un error medio absoluto de 12,6.



$$P_F = P_I + n * k1 * P_I^{k2} * T_M^{k3}$$

Por último el modelo 4, siendo una regresión exponencial no lineal, donde el peso final ( $P_F$ ) es una función del peso inicial ( $P_I^{k2}$ ) y la suma de la temperatura efectiva del periodo. Se obtiene un  $R^2=76,57\%$  y un error medio absoluto de 23,6.

$$P_F = k1 * P_I^{k2} * (\sum T_{ef})^{k3}$$

Se puede apreciar que lo mejores modelos son los que no tiene en cuenta el sumatorio de la temperatura efectiva y calculan el peso final en función del peso inicial, número de días y temperatura media del periodo.

De los dos modelos que ofrecen un mejor resultado, modelo 1 y 3, se aprecia unos mejores resultados al utilizar la exponencial de la temperatura media (Figura 112).

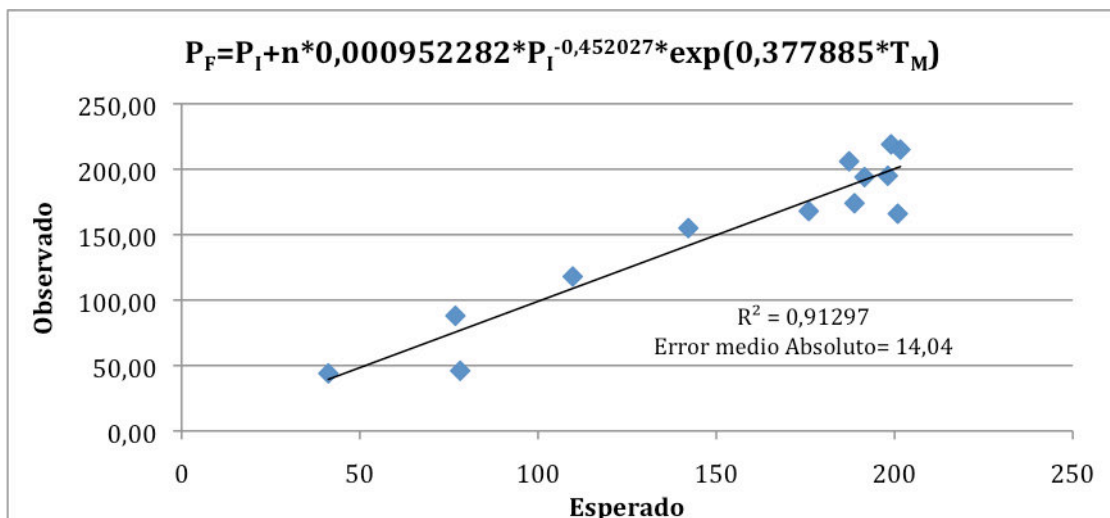


Figura 112: Comparación del peso medio esperado con el peso observado.

Observando los datos de la Tabla 23, podemos observar que algunos datos históricos de la empresa, no son coherentes o son poco fiables. Estos datos se dan en la jaulas 25, 26 y 36XX; donde el crecimiento obtenido es poco fidedigno (36,83 g de crecimiento en un periodo de 274 días...). Estos datos son resultados, de que se utiliza datos históricos de los muestreos realizadas por la empresa, y es posible de que estos muestreos no sean representativos por el número de peces utilizados. Por esta razón estas jaulas se ha suprimido, y se ha recalculado los modelos, para poder obtener unos modelos más robusto y fiable (Tabla 25).

Tabla 25: Estimación de las contantes y  $R^2$  de los modelos propuestos eliminando las jaulas 25,26 y 36XX:

Estimación de los valores		R <sup>2</sup>
<b>MODELO 1</b>		
k1	0,00386808	90,18
k2	-0,500174	
k3	0,31024	
<b>MODELO 2</b>		
k1	511,025	80,30
k2	-0,91336	
k3	0,000378442	
<b>MODELO 3</b>		
k1	4,97636E-05	90,99
k2	-0,635576	
k3	3,58525	
<b>MODELO 4</b>		
k1	1,51347	85,59
k2	-0,817439	
k3	0,840109	

Se puede observar de que todos los modelos mejoran su R<sup>2</sup> y los errores medios absolutos también: M1: 12,35; M2: 18,92; M3:11,5 y M4: 16,01.

Suprimiendo las jaulas que se observan problemas, se puede apreciar que siguen siendo mejores modelos los que trabajan con la temperatura media, siendo en este caso mejor el modelo 3 (Figura 113).

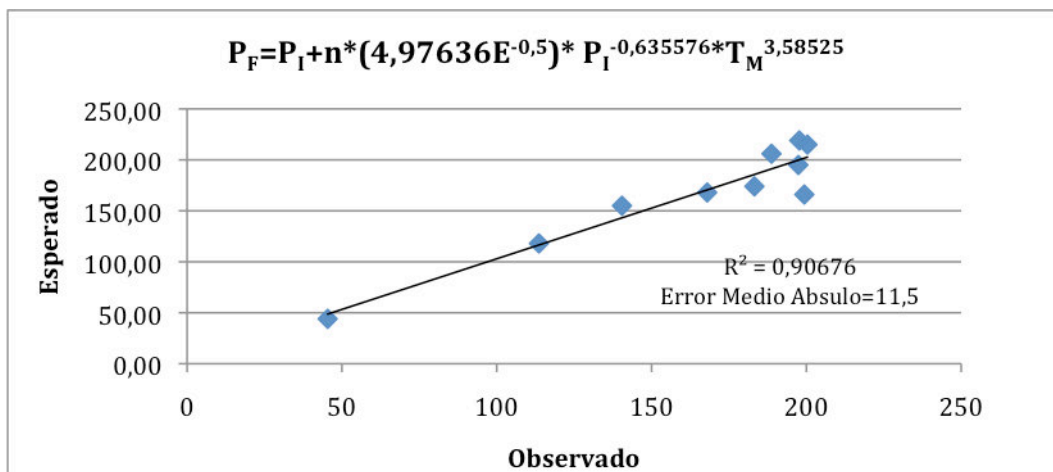


Figura 113: Comparación del peso medio esperado con el peso observado.

En la lubina se han obtenido mejores modelos tomando los datos de las temperaturas medias a diferencia de la otra especie muy producida en el Mediterráneo, la dorada. El estudio de Mayer *et al.*, (2008) de predicción del crecimiento de dorada en jaulas marinas en condiciones reales de producción, determinó que los mejores modelos eran los que el peso final quedaba en función del peso inicial y el sumatorio de las

temperaturas efectivas. Siendo sus modelos mejores:

$$P_{Final} = 3,528 * P_{Inicial}^{0,783} * Exp(0,00042 * \sum T_{ef}) \text{ y } P_{Final} = 1,516 * P_{Inicial}^{0,796} * \sum T_{ef}^{0,161}$$

Como en el estudio se tuvo la oportunidad de realizar muestreos con el sistema VICASS, se pretende estudiar los mismos modelos con los datos obtenidos. Pero debido a que los muestreos realizados fueron en el mismo espacio de tiempo para todas las jaulas, no existía una variación ni en los días, temperatura media y temperatura efectiva (Tabla 26). Por esta razón no se puede aplicar un cálculo de los modelos anteriores por regresión no lineal, debido a que no hay variación en los datos.

Tabla 26: Datos obtenidos en el periodo del VICASS 1 al VICASS 3:

Jaula	VICASS1		VICASS3		
	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Días	TM	Tef
25	100,88	155,84	62	23,96	753,5
26	94,01	140,7	62	23,96	753,5
27	125,79	188,32	62	23,96	753,5
28	101,55	149,84	62	23,96	753,5
29	150,43	222,49	62	23,96	753,5
31	222,78	311,64	62	23,96	753,5
32	173,96	247,99	62	23,96	753,5
33	230,08	294,02	62	23,96	753,5
34	217,09	284,28	62	23,96	753,5
35	208,51	297,42	62	23,96	753,5
36	179,82	251,25	62	23,96	753,5

Para estos datos del VICASS se puede aplicar una regresión simple o una polinomial, obteniéndose una R<sup>2</sup> de 98 y 99%, con un error absoluto medio de 7,2 y 5,5. Siendo la variable dependiente el peso final en función del peso inicial.

Regresión simple:

$$P_{Final} = 33,2746 + 1,20659 * P_{Inicial}$$

Regresión polinomial:

$$P_{Final} = -33,9858 + 2,13127 * P_{Inicial} - 0,00287155 * P_{Inicial}^2$$

Son modelos muy sencillos, pero sólo dependen de una variable, no siendo del realista, debido a que intervienen otros factores en el crecimiento de los peces, como se ha visto anteriormente.

Sería conveniente un estudio más heterogéneo con el sistema VICASS, para poder determinar en un futuro un modelo no lineal, basado en sus datos.

### 3.5 VICASS de Lubina VS Dorada

La técnica del VICASS fue utilizada en la empresa de *MareMar* tanto para la especie lubina (*Dicentrarchus labrax*) como dorada (*Sparus aurata*), por esta razón se trabajó estrechamente con la metodología y resultados obtenidos para la dorada. De este modo se puede obtener una comparación entre las dos especies, debido a que el marco de producción fue igual para las dos especies: mismas instalaciones, condiciones climáticas, alimento, etc.

Se parte de la comparación en la toma de datos en el mar. Como se ha comentado en muchos puntos de este trabajo, la lubina es una especie asustadiza a diferencia de la dorada, por lo tanto los tiempos de espera para la captura de imágenes es menor en dorada (al tener que esperar menos a que los animales vuelvan a su comportamiento habitual posterior a introducir la cámara). Pero el carácter típico de las lubinas, no sólo afecta al tiempo de espera, sino también a la calidad de las imágenes obtenidas (Figura 114).

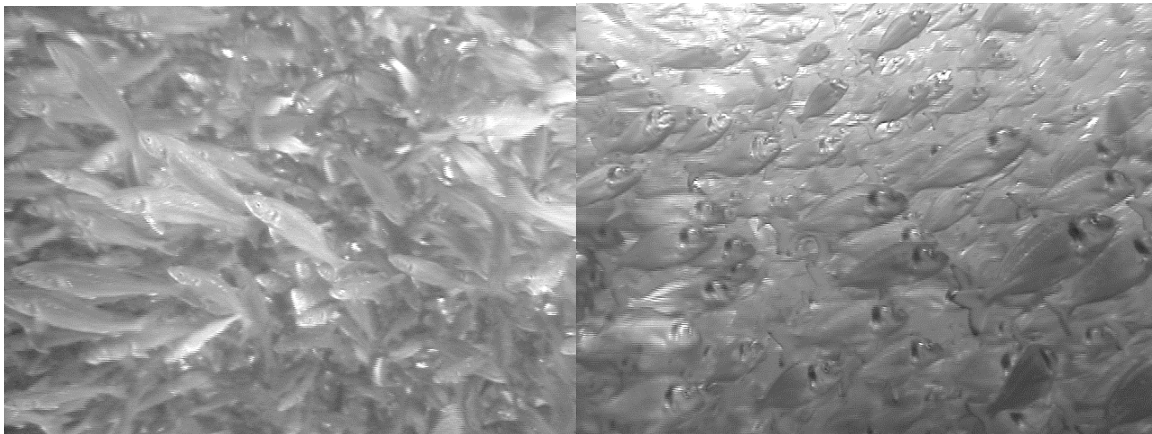


Figura 114: Comparación de una imagen de lubina y de dorada

En la Figura 114, se muestran imágenes de las dos especies. Se puede apreciar que la imagen de la lubina (aun considerándola de buena calidad) es bastante difícil de encontrar buenos peces para el VICASS, debido a que nadan erráticamente en todas las direcciones. Por el contrario, en la imagen de la dorada, todas nadan en una dirección, bastante paralelas a la cámara y más fácil de determinar su longitud furcal; todo esto facilita el procesado de los peces en el VICASS.

Todo esto lo que genera es un empleo de más imágenes y tiempo para poder procesar una jaula de lubina con la precisión requerida en gabinete.

Para poder calcular los algoritmos del VICASS, se tuvo que hacer uso de las biometrías tradicionales. La toma de las biometrías en el mar, son muy diferentes para

lubina o dorada. El método que se utilizó para la dorada es mediante el suministro de pienso y captura con salabre, perfectamente en 10 minutos se pueden tomar las muestras de una jaula, y permitiendo realizar al finalizar la medida del VICASS, esto quiere decir que en un día se puede tener las imágenes del VICASS y las muestras de las biometrías.

Pero, como se ha comentado anteriormente, en los muestreos de lubina hace falta el uso de grúas y buzos para poder levantar el copo. Esto genera un stress mayor para toda la jaula, peligro de rotura de la red y peligro para el personal. Por lo tanto se necesita un día exclusivo para la toma de muestras para la biometría traduciéndose en un mayor coste para la empresa.

Todo lo comentado anteriormente se traducía en mayor tiempo y medios para procesar la lubina.

El algoritmo que utiliza el VICASS para dorada, es más sencillo de tipo  $y=m^2*n$  a diferencia de la lubina (comentada en el apartado 3.1 Modelos de VICASS). La dorada al tener una forma más “regular” (Figura 115) permite medir mejor sus parámetros en las biometrías y VICASS.

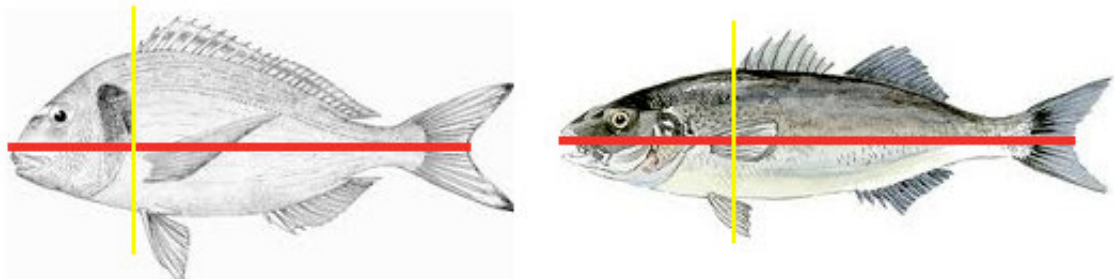
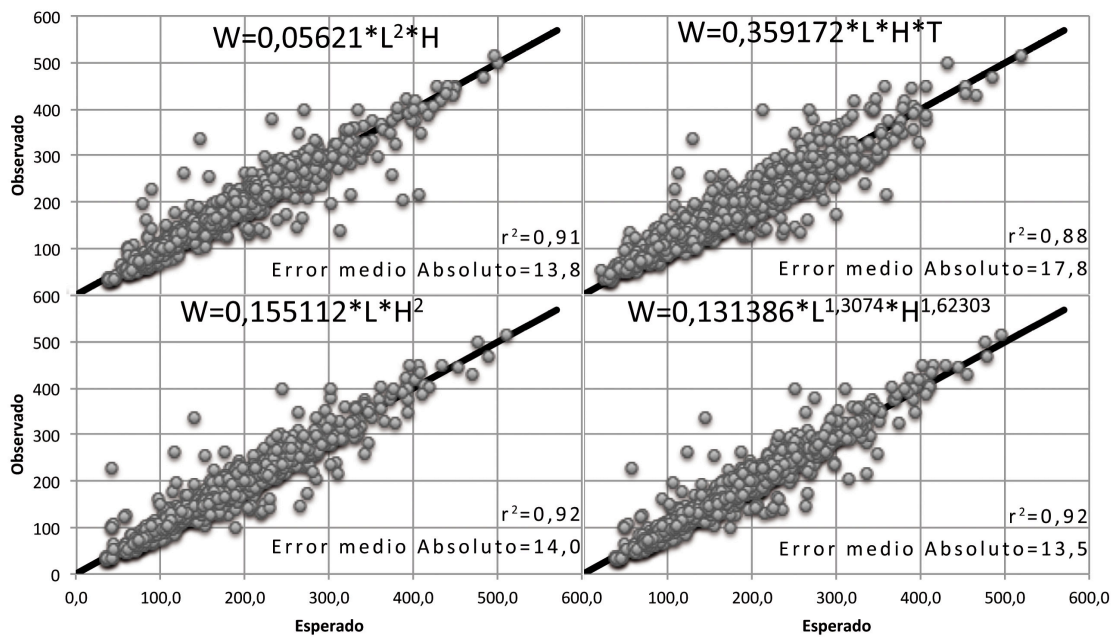


Figura 115: Parámetros introducidos en el VICASS.

Los modelos calculados en el mismo periodo de este estudio para dorada fue (Figura 116):



Fuente: I.Jauralde, A.García-Crespo

Figura 116: Valores estimados de los modelos desarrollados frente a los pesos observados, para dorada.

Donde tienen unos valores de  $R^2$  superiores al 90%, excepto en el modelo que considera las tres dimensiones (L, H, T), que tiene un mayor error medio absoluto.

Del mismo modo que en la lubina, al introducir una tercera medida, el ancho (T), introduce errores quedando reflejada en la predicción. Para el resto de modelos no existen grandes diferencias entre ellas. Se obtienen unas precisiones de los algoritmos similares para las dos especies.



## Capítulos IV: Conclusiones



Al utilizar el sistema de visión estereoscópica VICASS para la estimación de biomasa en la empresa de producción marina *MareMar*, en las condiciones anteriormente expuestas, se puede concluir que:

- La posibilidad de integrar la tecnología VICASS en la rutina de muestreo de *MareMar*. A medida que se familiarizaba con el sistema, se agilizaba la toma y procesamiento de datos obteniendo mejores resultados.
- La ventaja más notable de este método, fue la importante reducción de stress ocasionado a los peces en los procesos de muestreo, siempre unido a un cuidado en el manejo del equipo dentro de las jaulas.
- Se demostró el algoritmo utilizado por el VICASS para la lubina:  $W = 0,055158 * L^{2,115} * H^{0,823338}$ , donde el peso viene en función de sus longitud furcal y altura máxima.
- La introducción de una tercera medida para el desarrollo del algoritmo del VICASS, no ofrecía mejores resultados, sino introduce errores de medida que se reflejan en la predicción.
- La toma de la medida longitud total, genera una sobreestimación de los pesos.
- La precisión del VICASS obtenido es equiparable a la obtenida con las biometrías, siendo el VICASS más rápido y eficiente en ofrecer resultados. Una línea futura: sería el desarrollo de una cámara de mayor calidad y con un menor tiempo de descarga de las imágenes. También una mejora de la interfaz del programa, permitiendo poder hacer zoom en las imágenes, deseleccionar puntos, etc.
- Los mejores modelos estudiados para los datos históricos de *MareMar*, fueron los que determinaban el peso final en función del peso inicial, número de días y temperatura media, siendo el mejor:  
 $P_F = P_I + n * (4,97636E^{-0,5}) * P_I^{-0,635576} * TM^{3,58525}$ .





## **Bloque III: Bibliografía**

## A

- *Acuigroup MareMar, [Web en línea]. <> <http://www.maremar.es/intro.htm>. [Consulta: 26-8-2013].*
- *Agencia Estatal de Meteorología (Ministerio de Agricultura , Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España), [Web en línea]. <> <http://www.aemet.es>. [Consulta: 26-8-2013].*
- *Aguirre E. & Macías C. (2010) Experiencias con métodos de estimación de peso en jaulas flotantes. Jornada sobre métodos de estimación de biomasa en viveros flotantes.*
- *AKVA Group, Your Aquaculture Technology and Service Partner, [Web en línea]. <> <http://www.akvagroup.com>. [Consulta: 5-9-2013].*
- *APROMAR. (2013) Informe Acuicultura 2013. Julio 2013*

## B

- *Bertalanffy L. (1938) A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human Biology 10, 181-213.*
- *BOE (Boletín Oficial del Estado). Num. 66, Sec. III. Pag.26428.*
- *BioMar. World Class Fish Feed, [Web en línea]. <> <http://www.biomar.com>. [Consulta: 30-8-2013].*

## C

- *Caballero F., Vicente A. & Díaz C. Explotación de engorde de doradas de 15,4 ha a 1km de la costa del término municipal de Águilas.*

- *Cho C.Y. & Bureau D.P. (1998) Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. Aquatic Living Resources 11, 199-210.*

## **D**

- *Díaz M., Abella E., Arizco M., Cellis L. & Alarcón E. (2003) Efecto de periodos de ayuno y realimentación en el Dentón (*Dentex dentex*) sobre la ingesta del crecimiento. Congreso Nacional de Acuicultura Cadiz 2003.*
- *Domínguez L. & Domínguez N. Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto. Universidad Politécnica de Madrid (Ecuador) . Proyecto n°105.*

## **E**

- *Enviromar. Soluciones Integrales Marítimas, [Web en línea]. <>. <http://www.enviromar.com> . [Consulta: 2-9-2013].*
- *Exesor, [Web en línea]. <>. <http://www.axesor.es> . [Consulta: 30-8-2013].*

## **F**

- *FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), [Web en línea]. <>. <http://www.fao.org/home/es/>. [Consulta: 5-9-2013].*

## **G**

- *Gándara F. & Espinosa V. (2012) Estimación del número y la biomasa de individuos por métodos acústicos en el cultivo del Atún rojo (*Thunnus thynnus*). ICCAT, 68(1): 276-23.*



- *Google Maps*, [Web en línea]. <>. <https://maps.google.es>. [Consulta: 26-8-2103].

## I

- *Iaquacultures*, [Web en línea]. <>. <http://www.iaquacultures.com/es/>. [Consulta: 2-9-2013].
- *Instituto Cartográfico Valenciano (Conserjería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente (Generalidad Valenciana))*, [Web en línea]. <>. <http://www.icv.gva.es>. [Consulta: 28-8-2013].

## J

- *Jacumar. Planes nacionales de Cultivos Marinos (2004-2006). Informe final. Mejora de las Condiciones Técnicas de las Jaulas de Cultivo en España.*

## K

- *Kaushik S.J. (1998) Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non-salmonids. Aquatic Living Resources 11, 211-217.*

## L

- *López M. & Álvarez A. (2010) Estimación de Biomasa. Jornada estimación de biomasa en viveros flotantes.*
- *Lupatsch I. & Kissil G.W. (1998) Predicting aquaculture waste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using an nutritional approach. Aquatic Living Resources 11, 265-268.*

- *Lupatsch I., Kissil G.W. & Sklan D. (2003) Defining energy and protein requirements of gilthead seabream (*Sparus aurata*) to optimize feeds and feeding regimes. The Israeli Journal of Aquaculture 55, 243-257.*

## M

- *Martinez J., Serna C. & Ollero A. (2003) Computer vision and robotics techniques in fish farms. Cambridge University Press, Robotica. Vol. 21. No. 3. Pgs. 233-243.*
- *Mayer P., Estruch V., Blasco J. & Jover M. (2008) Predicting the growth of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) farmed in marine cages under real production conditions using temperature and time dependent models. Aquaculture Research. 39, 1046-1052.*
- *Merca Madrid, [Web en línea]. <>. <http://www.mercamadrid.es> . [Consulta: 10-9-2013].*
- *MohnAqua Group- Technology and Control Systems for Aquaculture, [Web en línea]. <>. <http://www.mohnaqua.com> . [Consulta: 5-9-2013].*

## O

- *Optimar. Fish Handling With Care, [Web en línea]. <>. <http://www.optimarfodema.es>. [Consulta: 5-9-2013].*

## P

- *Petridis D. & Rogdakis L. (1996) The development of growth and feeding equation for seabream, *Sparus aurata* L., culture. Aquaculture Research 27, 413-419.*

- *Praqua*, [Web en línea]. <>. <http://www.praqua.com> . [Consulta: 5-9-2013]
- *Puertos del estado* (Ministerio de Fomento, Gobierno de España), [Web en línea]. <> . <http://www.puertos.es>. [Consulta: 26-8-2013].
- *Puig V., Espinosa V., Soliveres E., Ortega A., Belmonte A. & Gándara F. (2012) Biomass estimation of bluefin tuna in sea cages by the combined use of acoustic and optical techniques. ICCAT, 68 (1): 284-290.*

## **S**

- *Shieh, A., Petrell, R.J. (1998). Measurement of fish size in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) cages using stereographic video techniques. Aquacultural Engineering 17: 29-43.*
- *Skretting*, [Web en línea]. <> . <http://www.skretting.es> . [Consulta: 30-8-2013].

## **V**

- *VAKI*, [Web en línea]. <>. <http://www.vaki.is> . [Consulta: 5-9-2013].
- *Valencia Port*, [Web en línea].<>. <http://www.valenciaport.com> . [Consulta: 26-8-2013].



## **Bloque IV: Anexos**

## **Índice:**

<b>Índice:</b> .....	<b>139</b>
<b>1. Datos VICASS- Biometrías</b> .....	<b>140</b>
<b>2. Históricos MareMar</b> .....	<b>142</b>
<b>3. Modelos con datos Históricos</b> .....	<b>144</b>
<b>4. Datos Nutritivos y Económicos por jaulas</b> .....	<b>147</b>
<b>5. Planos</b> .....	<b>152</b>



## **1. Datos VICASS- Biometrías**

JAULA	SP	LOTE	VICASS (11/06/13)					Biometría (12/06/13)			
			Tamaño Muestral	PM (g)	Desviación Estándar	C.V	Confianza	Tamaño Muestra	PM (g)	Desviación Estándar	C.V
J25	L	L120906M25CLX	100	100,88	18,7	18,55	96,54	32	87,51	46,6	53,23
J26	L	L120911M16CLX	100	94,01	19,8	21,10	95,84	58	46,09	30,0	65,00
J27	L	L120802M27CLX	100	125,79	28,2	22,42	95,58	91	118,28	53,0	44,83
J28	L	L120906M28CLX	100	101,55	22,6	22,30	96,06	-	-	-	#¡VALOR!
J29	L	L120717M29LPS	79	150,43	25,6	17,04	96,22	75	155,26	43,5	28,01
J30-36XX	L	L120419M30AND	40	194,87	31,1	15,96	95	148	194,32	66,3	34,13
J31	L	L120613M31LPS	101	222,78	39,8	17,87	96,5	8	221,15	65,7	29,71
J32	L	L120525M32LPS	69	173,96	34,8	19,99	95,25	37	165,59	58,0	35,03
J33	L	L120530M33LPS	100	230,08	38,4	16,71	96,71	162	219,22	60,4	27,53
J34	L	L120525M34LPS	61	217,09	41,9	19,28	95,12	174	214,89	63,9	29,75
J35	L	L120530M35LPS	100	208,51	40,4	19,38	96,18	124	205,62	63,2	30,74
J36	L	L120612M36AND	100	179,82	43,8	24,33	95,21	150	194,95	75,6	38,79
J36X	L	L120526M25TNM	52	172,15	31,2	18,11	95,43	-	-	-	-

JAULA	SP	LOTE	VICASS (12/07/13)					Biometría (09/07/13)			
			Tamaño Muestral	PM (g)	Desviación Estándar	C.V	Confianza	Tamaño Muestra	PM (g)	Desviación Estándar	C.V
J25	L	L120906M05CLX	100	127,74	23,8	18,61	96,33%	115	111,3	34,6	31,08
J26	L	L120911M16CLX	100	99,97	22,1	22,15	95,64%	151	87,9	34,9	39,65
J27	L	L120802M27CLX	70	177,52	33,1	18,66	95,60%	132	163,6	52,2	31,90
J28	L	L120906M28CLX	100	126,37	25,0	19,81	96,10%	147	120,1	33,1	27,57
J29	L	L120717M29LPS	100	185,29	30,5	16,45	96,76%	75	192,6	55,4	28,75
36X	L	L120526M25TNM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J31	L	L120613M31LPS	100	232,93	44,9	19,28	96,20%	79	247,6	59,4	23,98
J32	L	L120525M32LPS	100	227,29	41,3	18,16	96,42%	94	214,8	59,2	27,57
J33	L	L120530M33LPS	100	238,98	45,2	18,92	96,27%	91	232,8	54,1	23,25
J34	L	L120525M34LPS	100	225,34	45,9	20,36	95,99%	112	253,1	77,6	30,65
J35	L	L120530M35LPS	100	247,84	55,9	22,56	95,58%	115	245,1	68,2	27,83
J36	L	L120612M36AND	100	237,48	53,1	22,36	95,60%	85	226,3	92,6	40,92
J30-36XX	L	L120419M30AND	100	218,70	41,5	19,00	96,26%	115	238,5	88,2	36,97

JAULA	SP	LOTE	VICASS (12/08/13)					Biometría (09/08/13)			
			Tamaño Muestral	PM (g)	Desviación Estándar	C.V	Confianza	Tamaño Muestra	PM (g)	Desviación Estándar	C.V
J25	L	L120906M05CLX	100	155,84	34,3	21,99	95,67%	165	150,1	37,9	25,23
J26	L	L120911M16CLX	100	140,70	29,5	20,94	96,04%	188	115,4	36,7	31,77
J27	L	L120802M27CLX	100	188,32	44,3	23,51	95,37%	118	192,0	51,0	26,56
J28	L	L120906M28CLX	100	149,84	25,7	17,15	96,62%	127	146,1	42,2	28,86
J29	L	L120717M29LPS	100	222,49	46,2	20,76	95,91%	160	215,6	63,5	29,45
36X	L	L120526M25TNM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J31	L	L120613M31LPS	100	311,64	66,4	21,32	95,80%	99	331,3	88,3	26,66
J32	L	L120525M32LPS	100	247,99	50,4	20,33	96,00%	85	283,4	61,7	21,77
J33	L	L120530M33LPS	100	294,02	53,3	18,13	96,43%	122	297,3	66,5	22,36
J34	L	L120525M34LPS	100	284,28	59,8	21,03	96,00%	143	293,6	112,3	38,24
J35	L	L120530M35LPS	100	297,42	60,6	20,38	96,16%	108	303,9	75,6	24,87
J36	L	L120612M36AND	100	251,25	60,0	23,88	95,30%	123	251,6	99,8	39,66
J30-36XX	L	L120419M30AND	100	282,19	55,8	19,77	96,11%	-	-	-	-

## **2. Históricos MareMar**

<u>Lote</u>	<u>Jaula</u>	<u>Esp</u>	<u>Fecha</u>	<u>Tipo Muestreo</u>	<u>PM Muestreo</u>	<u>N</u>	<u>CV</u>
L120419M30AND	J30	Lubina	14/01/13	Biometria	164	32	40
L120419M30AND	J30	Lubina	31/01/13	Biometria	195	44	24
L120419M30AND	J36xx	Lubina	12/06/13	Biometria	194	148	34
L120525M32LPS	J32	Lubina	20/11/12	Cambio de red	115	9	42
L120525M32LPS	J32	Lubina	22/01/13	..Otros	154	30	36
L120525M32LPS	J32	Lubina	21/03/13	Biometria	203	43	27
L120525M32LPS	J32	Lubina	27/03/13	Cambio de red	119	17	55
L120525M32LPS	J32	Lubina	12/06/13	Biometria	166	37	35
L120525M34LPS	J34	Lubina	21/03/13	Biometria	181	49	31
L120525M34LPS	J34	Lubina	12/06/13	Biometria	215	174	30
L120526M25TNM	J36x	Lubina	05/11/12	Biometria	112	73	28
L120526M25TNM	J36x	Lubina	31/01/13	Biometria	161	44	27
L120526M25TNM	J36x	Lubina	21/03/13	Biometria	174	69	24
L120530M33LPS	J33	Lubina	18/10/12	Vicass	121	101	21,1
L120530M33LPS	J33	Lubina	20/02/13	Cambio de red	176	75	26
L120530M33LPS	J33	Lubina	21/03/13	..Otros	132	13	28
L120530M33LPS	J33	Lubina	12/06/13	Biometria	219	162	28
L120530M35LPS	J35	Lubina	12/09/12	Cambio de red	85	0	0
L120530M35LPS	J35	Lubina	21/03/13	..Otros	135	12	19
L120530M35LPS	J35	Lubina	12/06/13	Biometria	206	124	31
L120612M36AND	J36	Lubina	11/09/12	Cambio de red	56	0	0
L120612M36AND	J36	Lubina	12/06/13	Biometria	195	150	39
L120613M31LPS	J31	Lubina	05/09/12	Cambio de red	63	0	0
L120613M31LPS	J31	Lubina	14/01/13	Biometria	159	18	33
L120613M31LPS	J31	Lubina	12/06/13	Biometria	221	8	30
L120717M29LPS	J29	Lubina	14/01/13	Biometria	117	15	26
L120717M29LPS	J29	Lubina	31/01/13	Biometria	128	23	26
L120717M29LPS	J29	Lubina	05/06/13	Cambio de red	155	51	26
L120717M29LPS	J29	Lubina	12/06/13	Biometria	155	75	28
L120802M27CLX	J27	Lubina	12/06/13	Biometria	118	91	45
L120906M05CLX	J25	Lubina	21/03/13	..Otros	39	9	31
L120906M05CLX	J25	Lubina	05/06/13	Cambio de red	83	27	23
L120906M05CLX	J25	Lubina	12/06/13	Biometria	88	32	53
L120906M28CLX	J28	Lubina	14/01/13	Biometria	44	14	80
L120911M16CLX	J16	Lubina	05/12/12	Cambio de red	8	19	93
L120911M16CLX	J26	Lubina	12/06/13	Biometria	46	58	65

### **3. Modelos con datos Históricos**

T°C ef Lubina> 12

Jaulas	Proveedor	Fecha Introducción Lote	Fecha Muestreo	PesoMuestra Inicial	PesoMuestra Final	PesoM Inicial	PesoM Final	Dias	Z°c día^-1	SGRMuestra	TGCMuestra	SGRM	TGCM	SGRMuestra Jaula	TGCMuestra Jaula
J25	Culmarex	06/09/12	21/03/13	10,37	39	10,37	72	196	1095,25	0,68	0,00110525	0,99	0,00180733	0,77	0,00160050
			05/06/13	39	83	72	106	76	266,4	0,99	0,00364437	0,51	0,00214886		
			12/06/13	83	88	106	112	7	54,95	0,84	0,00156305	0,79	0,00159529		
J26	Culmarex	11/09/12	05/12/12	9,17	8	9,17	42	85	807,5	-0,16	-0,00011529	1,79	0,0017126	0,59	0,00109218
			12/06/13	8	46	42	105	189	556,7	0,93	0,00284363	0,48	0,00223041		
J27	Culmarex	02/08/12	12/06/13	11,96	118	11,96	161	314	1946,45	0,73	0,00134501	0,83	0,00162	0,73	0,00134501
J28	Culmarex	06/09/12	14/01/13	11,47	44	11,47	53	130	1007,2	1,03	0,00126602	1,18	0,00149034	1,03	0,00126602
			17/07/12	14/01/13	11,16	117	11,16	128	181	1734,25	1,30	0,00153165	1,35		
J29	Les Poissons Du Soleil		31/01/13	117	128	128	129	17	66,3	0,53	0,002243	0,05	0,00019744	0,80	0,00143598
			05/06/13	128	155	129	276	125	329,05	0,15	0,00100897	0,61	0,00443111		
			12/06/13	155	155	276	208	7	54,95	0,00	0	-4,04	-0,01066129		
			13/06/12	05/09/12	10,97	63	10,97	86	84	1122,65	2,08	0,00156514	2,45		
J31	Les Poissons Du Soleil		14/01/13	63	135	86	204	131	1020,3	0,58	0,00112797	0,66	0,00144346	0,75	0,00106855
			12/06/13	135	168	204	288	149	941,5	0,15	0,00041202	0,23	0,00076165		
			25/05/12	20/11/12	8,52	115	8,52	198	179	2099,6	1,45	0,00134336	1,76		
J32	Les Poissons Du Soleil		22/01/13	115	154	198	226	63	242,4	0,46	0,00205101	0,21	0,00108384	0,78	0,00125696
			21/03/13	154	203	226	241	58	82,9	0,48	0,0062367	0,11	0,00159089		
			27/03/13	203	119	241	242	6	8,4	-8,90	-0,11410071	0,07	0,00102327		
			12/06/13	119	166	242	299	77	314,15	0,43	0,00183727	0,27	0,001449		
J33	Les Poissons Du Soleil		18/10/12	8,45	121	8,45	167	141	1789,9	1,89	0,00162538	2,12	0,00193869	0,86	0,00154671
			20/02/13	121	176	167	230	125	565,55	0,30	0,00116345	0,26	0,00109636		
			21/03/13	176	132	230	236	29	35,7	-0,99	-0,01435393	0,09	0,00147958		
			12/06/13	132	219	236	289	83	189,05	0,61	0,00495111	0,24	0,00228375		
J34	Les Poissons Du Soleil	25/05/12	21/03/13	8,44	181	8,44	237	300	2424,9	1,02	0,00149311	1,11	0,00171242	0,85	0,00144004
			12/06/13	181	215	237	299	83	321,35	0,21	0,00103959	0,28	0,00155102		
J35	Les Poissons Du Soleil	30/05/12	12/09/12	8,6	85	8,6	105	105	1361,65	2,18	0,0017244	2,38	0,00196004	0,84	0,00142199
			21/03/13	85	135	105	236	190	1029,5	0,24	0,00071209	0,43	0,00142016		
			12/06/13	135	206	236	286	83	321,35	0,51	0,00241485	0,23	0,00127209		
J36	Andromeda	12/06/12	11/09/12	8,07	56	8,07	91	91	1212,4	2,13	0,00150119	2,66	0,00205553	0,87	0,00147227
			12/06/13	56	195	91	281	274	1363,95	0,46	0,00144655	0,41	0,00150443		
J36X	Tinamenor	26/05/12	05/11/12	9,96	112	9,96	193	163	1991,6	1,48	0,00133999	1,82	0,00182137	0,75	0,00141894
			31/01/13	112	161	193	224	87	363,9	0,42	0,00170332	0,17	0,00080841		
			12/06/13	161	174	224	238	132	62,65	0,06	0,00227691	0,05	0,00197887		
J30-36XX	Andromeda	19/04/12	14/01/13	9,35	164	9,35	256	270	2523,8	1,06	0,0013341	1,23	0,00168115	0,72	0,00089800
			31/01/13	164	195	256	258	17	38,25	1,02	0,0085016	0,05	0,00043118		
			12/06/13	195	194	258	330	132	1538,45	0,00	-6,4543E-06	0,19	0,00035381		

c			Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4		
k1	k2	k3	k1	k2	k3	k1	k2	k3	k1	k2	k3
0,00386808	-0,500174	0,31024	511,025	-0,91336	0,00037844	4,97636E-05	-0,635576	3,58525	1,51347	-0,817439	0,840109
84,6341016	0		103,156391	0		98,57337213	10,5733721		99,3179648	11,3179648	
86,7302669	0		113,152969	0		102,8349908	56,8349908		106,398339	60,3983392	
114,215021	3,78497891		110,661083	7,33891693		120,1564606	2,15646058		115,429597	2,57040328	
44,473917	0,47391702		80,578269	36,578269		50,09690809	6,09690809		68,6736132	24,6736132	
143,520851	11,4791493		129,000053	25,9999471		143,5531594	11,4468406		134,58613	20,4138696	
174,102239	6,10223879		184,206369	16,2063687		168,0843163	0,08431634		182,371919	14,3719193	
201,493528	35,4935281		204,255487	38,2554868		201,5572407	35,5572407		203,456738	37,4567385	
199,691803	19,3081971		193,17805	25,8219504		199,9687609	19,0312391		194,30577	24,69423	
202,326256	12,6737442		205,929553	9,07044716		202,6381776	12,3618224		204,956575	10,043425	
189,546547	16,4534528		199,858359	6,14164079		192,7238938	13,2761062		199,748332	6,25166775	
198,800885	3,80088485		201,176311	6,17631142		199,5619645	4,56196453		201,500397	6,50039653	
187,968464	13,9684643		156,353533	17,6464669		184,3016246	10,3016246		160,861613	13,1383866	
194,678138	0		313,098112	0		198,5352998	4,53529985		263,980149	69,9801488	
9,50296579			14,5566004			14,3706297			23,2162387		

c			Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4					
k1	k2	k3	k1	k2	k3	k1	k2	k3	k1	k2	k3			
0,00095228	-0,452027	0,377885	1224,46	-1,20755	0,00026	8,37273E-07	-0,601307	4,94007	3,47212	-0,945901	0,762316			
76,8091598	11,19084021		105,02672	17,0267198		87,51525134	0,48474866		95,9433269	7,94332694				
78,1483801	32,14838014		120,192529	74,1925293		90,74761731	44,7476173		104,726431	58,7264305				
109,720896	8,279103803		101,465513	16,534487		113,6254745	4,37452546		106,809648	11,1903517				
41,1601619	2,839838147		83,5986447	39,5986447		45,39753259	1,39753259		67,2474454	23,2474454				
142,15178	12,84822037		117,357672	37,6423284		140,4427483	14,5572517		124,525184	30,4748162				
175,922887	7,92288665		151,40188	16,5981199		167,9509095	0,04909049		164,633515	3,36648484				
200,896302	34,89630184		188,203317	22,203317		199,3249054	33,3249054		191,44419	25,44419				
199,024223	19,97577655		181,998725	37,0012746		197,700474	21,299526		183,923825	35,0761752				
201,63843	13,36156977		190,300217	24,6997829		200,3303697	14,6696303		193,095901	21,9040989				
187,245828	18,75417158		184,407906	21,5920937		188,7236453	17,2763547		187,916277	18,0837233				
198,099733	3,099733286		192,20483	2,79517032		197,3969523	2,39695228		191,887076	3,11292381				
188,756826	14,75682622		143,069754	30,9302458		183,2101575	9,21015748		149,838573	24,1614274				
191,574585	2,42541515		239,143719	45,1437193		193,3697527	0,6302473		237,917487	43,9174866				
<b>Error Medio</b>			14,03838952			29,6891102			12,64758			23,5883755		

#### **4. Datos Nutritivos y Económicos por jaulas.**



Jaula	Fecha	MareMar									VICASS				Biometría				
		Pm(g)	N peces	N Bajas	BIO(kg)	BIO bajas (kg)	BIO Bajas (kg)	BIO M (kg)	Δ Biomasa	T°C	T°C-T°Efect	PM(g)	CV	BIO(kg)	BIO bajas (kg)	PM(g)	CV	BIO(kg)	BIO bajas (kg)
25	11/06/13	95,23	312400,00	50,00	29751,24	4,74	4,74	29634,08	243,80	19,00	7,00	100,88	18,55	31514,91	5,04	87,51	53,23	27338,12	4,38
25	09/07/13	119,29	309654,00	0,00	36938,09	0,00	294,54	36615,27	645,65	24,00	12,00	127,74	18,61	39555,20	313,90	111,30	31,08	34464,49	272,97
25	12/08/13	177,72	305494,00	50,00	54292,11	8,87	617,77	54229,36	143,25	26,00	14,00	155,84	21,99	47608,18	589,85	150,10	25,23	45854,65	543,71
							<b>942,51</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>155,84</b>		<b>47608,18</b>	<b>886,45</b>	<b>150,10</b>		<b>45854,65</b>	<b>820,47</b>
26	11/06/13	72,31	314317,00	50,00	22727,62	3,60	3,60	22638,30	185,84	19,00	7,00	94,01	21,10	29548,94	4,70	46,09	65,00	14486,87	2,30
26	09/07/13	96,48	311584,00	0,00	30061,72	0,00	230,65	29821,12	481,20	24,00	12,00	99,97	22,15	31149,05	265,07	87,90	39,65	27388,23	183,10
26	12/08/13	138,06	308662,00	50,00	42615,11	6,89	342,67	42545,95	152,10	26,00	14,00	140,70	20,94	43428,74	351,62	115,40	31,77	35619,59	297,02
							<b>594,83</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>141</b>		<b>43429</b>	<b>664</b>	<b>115</b>		<b>35620</b>	<b>457</b>
27	11/06/13	141,60	321326,00	50,00	45500,48	7,06	7,06	45375,77	263,54	19,00	7,00	125,79	22,42	40419,60	6,29	118,28	44,83	38006,44	5,91
27	09/07/13	166,73	318579,00	0,00	53116,91	0,00	423,50	52770,71	692,40	24,00	12,00	177,52	18,66	56554,14	416,60	163,60	31,90	52119,52	387,16
27	12/08/13	222,80	315069,00	50,00	70197,12	11,13	683,63	70143,15	130,21	26,00	14,00	188,32	23,51	59333,79	642,05	192,00	26,56	60493,25	624,08
							<b>1140,03</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>188</b>		<b>59334</b>	<b>983</b>	<b>192</b>		<b>60493</b>	<b>971</b>
28	11/06/13	105,48	259575,00	50,00	27378,70	5,26	5,26	27298,90	170,13	19,00	7,00	101,55	22,30	26359,84	5,08	-	-	#IVALOR!	#IVALOR!
28	09/07/13	129,11	257315,00	0,00	33220,58	0,00	265,08	32971,70	497,75	24,00	12,00	126,37	19,81	32516,90	257,55	120,10	27,57	30903,53	#IVALOR!
28	12/08/13	165,56	254776,00	50,00	42179,69	8,26	374,07	42114,52	146,86	26,00	14,00	149,84	17,15	38175,64	350,65	146,10	28,86	37222,77	337,94
							<b>650,34</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>149,84</b>		<b>38175,64</b>	<b>603,21</b>	<b>146,10</b>		<b>37222,77</b>	<b>#IVALOR!</b>
29	11/06/13	173,75	283527,00	50,00	49262,54	8,66	8,66	49115,83	310,73	19,00	7,00	150,43	17,04	42650,97	7,52	155,26	28,01	44020,40	7,76
29	09/07/13	210,66	281289,00	0,00	59256,74	0,00	430,15	59008,73	496,03	24,00	12,00	185,29	16,45	52120,04	375,67	192,60	28,75	54176,26	389,26
29	12/08/13	266,04	278545,00	50,00	74104,42	13,29	654,04	74057,16	121,09	26,00	14,00	222,49	20,76	61973,48	559,47	215,60	29,45	60054,30	560,05
							<b>1095,52</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>222,49</b>		<b>61973,48</b>	<b>928,94</b>	<b>215,60</b>		<b>60054,30</b>	<b>923,81</b>
31	11/06/13	168,32	241337,00	100,00	40620,57	16,79	16,79	40536,12	202,48	19,00	7,00	222,78	17,87	53765,06	22,28	221,15	29,71	53371,68	22,12
31	09/07/13	195,82	239460,00	30,00	46890,84	5,83	341,74	46564,39	664,56	24,00	12,00	232,93	19,28	55777,42	427,68	247,60	23,99	59290,30	439,92
31	12/08/13	210,36	237093,00	40,00	49874,69	8,40	480,71	49806,06	154,06	26,00	14,00	311,64	21,32	73887,66	644,50	331,30	26,66	78548,91	685,13
							<b>803,55</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>311,64</b>		<b>73887,66</b>	<b>1134,04</b>	<b>331,30</b>		<b>78548,91</b>	<b>1172,30</b>
32	11/06/13	230,71	271532,00	100,00	62645,78	23,02	23,02	62535,91	265,80	19,00	7,00	173,96	19,99	47235,71	17,40	165,59	35,01	44962,98	16,56
32	09/07/13	249,21	268977,00	30,00	67030,75	7,45	613,10	66791,01	494,37	24,00	12,00	227,29	18,16	61135,78	512,60	214,80	27,57	57776,26	485,95
32	12/08/13	352,82	189092,00	120,00	66716,23	42,21	24046,58	66550,38	416,11	26,00	14,00	247,99	20,33	46892,93	18983,87	283,40	21,77	53588,67	19899,35
							<b>24053,35</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>247,99</b>		<b>46892,93</b>	<b>17392,78</b>	<b>283,40</b>		<b>53588,67</b>	<b>18507,37</b>
33	11/06/13	214,89	265281,00	100,00	57005,24	21,46	21,46	56946,97	159,46	19,00	7,00	230,08	16,71	61035,85	23,01	219,22	27,53	58154,90	21,92
33	09/07/13	248,17	263089,00	20,00	65290,40	4,94	507,51	65016,31	558,06	24,00	12,00	238,98	18,92	62873,01	514,09	232,80	23,25	61247,12	495,41
33	12/08/13	304,81	260219,00	160,00	79317,46	48,63	793,52	79131,55	469,07	26,00	14,00	294,02	18,13	76509,59	764,86	297,30	22,36	77363,11	760,69
							<b>1315,35</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>294,02</b>		<b>76509,59</b>	<b>1326,50</b>	<b>297,30</b>		<b>77363,11</b>	<b>1307,31</b>
34	11/06/13	226,26	297234,00	80,00	67253,22	18,06	18,06	67126,91	288,76	19,00	7,00	217,09	19,28	64526,53	17,37	214,89	29,75	63872,61	17,19
34	09/07/13	259,01	294695,00	30,00	76329,00	7,74	616,06	76017,30	638,89	24,00	12,00	225,34	20,36	66406,57	561,66	253,10	30,65	74587,30	594,11
34	12/08/13	316,18	291581,00	150,00	92192,03	47,31	895,57	92007,96	462,76	26,00	14,00	284,28	21,03	82890,65	793,48	293,60	38,24	85608,18	851,21
							<b>1533,22</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>284,28</b>		<b>82890,65</b>	<b>1417,12</b>	<b>293,60</b>		<b>85608,18</b>	<b>1437,25</b>
35	11/06/13	208,57	255588,00	100,00	53308,33	20,80	20,80	53187,81	282,65	19,00	7,00	208,51	19,38	53292,65	20,85	205,62	30,74	52554,00	20,56
35	09/07/13	246,78	252122,00	30,00	62217,85	7,38	789,12	62011,42	427,61	24,00	12,00	247,84	22,56	62485,92	790,85	245,10	27,83	61795,10	781,10
35	12/08/13	336,21	250592,00	180,00	84251,16	60,36	445,98	84085,29	452,44	26,00	14,00	297,42	20,38	74531,07	417,12	303,90	24,87	76154,91	419,99
							<b>1360,86</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>297,42</b>		<b>74531,07</b>	<b>1263,81</b>	<b>303,90</b>		<b>76154,91</b>	<b>1272,78</b>
36	11/06/13	164,45	324604,00	100,00	53379,59	16,41	16,41	53298,85	194,30	19,00	7,00	179,82	24,33	58370,29	17,98	194,95	38,79	63281,55	19,50
36	09/07/13	204,67	321957,00	30,00	65894,26	6,11	488,52	65524,77	751,20	24,00	12,00	237,84	22,56	62485,35	552,30	226,30	40,92	72858,87	557,52
36	12/08/13	252,34	318787,00	150,00	80441,55	37,75	724,35	80264,71	429,18	26,00	14,00	251,25	23,88	80095,23	774,64	251,60	39,66	80206,81	757,47
							<b>1212,21</b>				<b>Días Totales 62</b>	<b>251,25</b>		<b>80095,23</b>	<b>1253,77</b>	<b>251,60</b>		<b>80206,81</b>	<b>1298,79</b>

Pienso	Proteína Bruta		Supervivencia (%)			PER			TCI (%/día)			CTC			TAD(%/d)			ICA (considerando mortalidad)			ICA (sin morta)		
	Pienso	Pienso	Pienso*Proteína	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V
399,00	0,41	163,59	100,00	100,00	100,00	1,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
777,00	0,42	326,34	99,12	99,12	99,12	1,46	1,63	1,45	0,80	0,84	0,86	0,001223	0,001310	0,001273	1,32	1,24	1,43	1,66	1,49	1,68	1,73	1,54	
200,00	0,41	82,00	98,66	98,66	98,66	1,86	0,89	1,23	1,17	0,58	0,88	0,001474	0,000727	0,001063	1,51	1,58	1,71	1,31	2,72	1,97	1,35	2,92	
<b>35145,00</b>		<b>14464,14</b>	<b>97,79</b>	<b>97,79</b>	<b>97,79</b>	<b>1,76</b>	<b>1,17</b>	<b>1,34</b>	<b>1,01</b>	<b>0,70</b>	<b>0,87</b>	<b>0,001401</b>	<b>0,000964</b>	<b>0,001161</b>	<b>1,33</b>	<b>1,42</b>	<b>1,54</b>	<b>1,38</b>	<b>2,07</b>	<b>1,82</b>	<b>1,43</b>	<b>2,18</b>	
294,00	0,41	120,54	100,00	100,00	100,00	1,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
575,00	0,42	241,50	99,13	99,13	99,13	1,83	0,45	3,16	1,03	0,22	2,31	0,001445	0,000323	0,002958	1,35	1,18	1,71	1,33	5,39	0,77	1,37	6,28	
200,00	0,41	82,00	99,06	99,06	99,06	1,81	1,77	1,19	1,05	1,01	0,80	0,001226	0,001180	0,000890	1,39	1,36	1,61	1,34	1,37	2,03	1,38	1,41	
<b>26790</b>		<b>11037</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,001330</b>	<b>0,000868</b>	<b>0,001703</b>	<b>1,31</b>	<b>1,18</b>	<b>1,71</b>	<b>1,31</b>	<b>1,84</b>	<b>1,24</b>	<b>1,35</b>	<b>1,93</b>	
452,00	0,41	185,32	100,00	100,00	100,00	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
860,00	0,42	361,20	99,15	99,15	99,15	1,18	2,42	2,12	0,58	1,23	1,16	0,001002	0,002095	0,001926	1,20	1,22	1,31	2,06	1,00	1,14	2,18	1,03	
200,00	0,41	82,00	98,90	98,90	98,90	1,71	0,33	0,86	0,85	0,17	0,47	0,001177	0,000235	0,000632	1,20	1,27	1,31	1,42	7,37	2,80	1,48	9,08	
<b>40963</b>		<b>16886</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,001128</b>	<b>0,000957</b>	<b>0,001142</b>	<b>1,13</b>	<b>1,32</b>	<b>1,33</b>	<b>1,59</b>	<b>2,06</b>	<b>1,75</b>	<b>1,66</b>	<b>2,17</b>	
282,00	0,41	115,62	100,00	100,00	100,00	1,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300,00	0,42	126,00	99,13	99,13	99,13	1,82	1,91	###	0,72	0,78	###	0,001132	0,001212	#IVALOR!	0,96	0,98	#IVALOR!	1,34	1,27	#IVALOR!	1,40	1,32	
200,00	0,41	82,00	99,01	99,01	99,01	1,90	1,22	1,35	0,73	0,50	0,58	0,000921	0,000618	0,000702	0,93	0,99	1,03	1,28	1,99	1,80	1,34	2,12	
<b>19824,00</b>		<b>8156,60</b>	<b>98,15</b>	<b>98,15</b>	<b>98,15</b>	<b>1,89</b>	<b>1,52</b>	<b>###</b>	<b>0,73</b>	<b>0,63</b>	<b>##</b>	<b>0,001017</b>	<b>0,000857</b>	<b>#IVALOR!</b>	<b>0,91</b>	<b>0,99</b>	<b>#IVALOR!</b>	<b>1,28</b>	<b>1,60</b>	<b>#IVALOR!</b>	<b>1,34</b>	<b>1,68</b>	
553,00	0,41	226,73	100,00	100,00	100,00	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
676,00	0,42	283,92	99,21	99,21	99,21	1,46	1,38	1,48	0,69	0,74	0,77	0,001272	0,001315	0,001376	1,13	1,30	1,25	1,66	1,76	1,64	1,73	1,83	
200,00	0,41	82,00	99,02	99,02	99,02	1,35	0,90	0,56	0,69	0,54	0,33	0,001015	0,000756	0,000466	1,22	1,43	1,42	1,79	2,67	4,32	1,87	2,82	
<b>44425,00</b>		<b>18360,69</b>	<b>98,24</b>	<b>98,24</b>	<b>98,24</b>	<b>1,41</b>	<b>1,10</b>	<b>0,92</b>	<b>0,69</b>	<b>0,63</b>	<b>0,53</b>	<b>0,001130</b>	<b>0,000984</b>	<b>0,000825</b>	<b>1,15</b>	<b>1,36</b>	<b>1,37</b>	<b>1,71</b>	<b>2,19</b>	<b>2,62</b>	<b>1,79</b>	<b>2,30</b>	
358,00	0,41	146,78	100,00	100,00	100,00	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
867,00	0,42	364,14	99,22	99,22	99,22	1,71	0,63	1,65	0,54	0,16	0,40	0,000982	0,000312	0,000797	0,76	0,61	0,59	1,41	3,83	1,47	1,49	4,65	
230,00	0,41	94,30	99,01	99,01	99,01	0,82	4,44	4,72	0,21	0,86	0,86	0,000296	0,001321	0,001349	0,62	0,46	0,44	2,96	0,55	0,51	3,44	0,57	
<b>18741,00</b>		<b>7720,58</b>	<b>98,24</b>	<b>98,24</b>	<b>98,24</b>	<b>1,30</b>	<b>2,75</b>	<b>3,41</b>	<b>0,36</b>	<b>0,54</b>	<b>0,65</b>	<b>0,000565</b>	<b>0,000952</b>	<b>0,001157</b>	<b>0,66</b>	<b>0,47</b>	<b>0,46</b>	<b>1,86</b>	<b>0,88</b>	<b>0,71</b>	<b>2,03</b>	<b>0,93</b>	
394,00	0,41	161,54	100,00	100,00	100,00	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
690,00	0,42	289,80	99,06	99,06	99,06	0,75	2,16	2,00	0,28	0,96	0,93	0,000549	0,001788	0,001710	0,89	1,06	1,12	3,24	1,12	1,22	3,69	1,16	
750,00	0,41	307,50	70,30	70,30	70,30	2,20	0,44	1,45	1,02	0,26	0,82	0,001630	0,000379	0,001222	0,98	1,22	1,18	1,11	5,54	1,67	-83,53	-1,84	
<b>41755,00</b>		<b>17178,71</b>	<b>69,64</b>	<b>69,64</b>	<b>69,64</b>	<b>1,64</b>	<b>0,99</b>	<b>1,58</b>	<b>0,69</b>	<b>0,57</b>	<b>0,87</b>	<b>0,001238</b>	<b>0,000929</b>	<b>0,001430</b>	<b>0,88</b>	<b>1,19</b>	<b>1,14</b>	<b>1,48</b>	<b>2,45</b>	<b>1,54</b>	<b>10,26</b>	<b>-121,81</b>	
302,00	0,41	123,82	100,00	100,00	100,00	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
860,00	0,42	361,20	99,17	99,17	99,17	1,48	0,39	0,60	0,51	0,14	0,21	0,001012	0,000268	0,000419	0,84	0,83	0,86	1,64	6,14	4,02	1,74	7,86	
800,00	0,41	328,00	98,91	98,91	98,91	1,28	1,24	1,46	0,60	0,61	0,72	0,000939	0,000936	0,001101	1,14	1,18	1,19	1,90	1,95	1,67	2,01	2,06	
<b>41720,00</b>		<b>17164,16</b>	<b>98,09</b>	<b>98,09</b>	<b>98,09</b>	<b>1,38</b>	<b>0,98</b>	<b>1,20</b>	<b>0,56</b>	<b>0,40</b>	<b>0,49</b>	<b>0,000982</b>	<b>0,000693</b>	<b>0,000855</b>	<b>0,98</b>	<b>0,97</b>	<b>0,99</b>	<b>1,77</b>	<b>2,48</b>	<b>2,03</b>	<b>1,87</b>	<b>2,70</b>	
559,00	0,41	229,19	100,00	100,00	100,00	1,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1001,00	0,42	420,42	99,15	99,15	99,15	1,27	0,32	1,49	0,48	0,13	0,58	0,000965	0,000258	0,001154	0,91	1,00	0,95	1,90	7,55	1,63	2,03	9,81	
800,00	0,41	328,00	98,94	98,94	98,94	1,25	1,29	0,89	0,59	0,68	0,44	0,000923	0,001033	0,000676	1,12	1,27	1,18	1,93	1,87	2,72	2,04	1,96	
<b>49769,00</b>		<b>20549,27</b>	<b>98,10</b>	<b>98,10</b>	<b>98,10</b>	<b>1,29</b>	<b>0,96</b>	<b>1,13</b>	<b>0,54</b>	<b>0,43</b>	<b>0,50</b>	<b>0,000954</b>	<b>0,000750</b>	<b>0,000872</b>	<b>1,00</b>	<b>1,08</b>	<b>1,07</b>	<b>1,88</b>	<b>2,52</b>	<b>2,15</b>	<b>2,00</b>	<b>2,71</b>	
528,00	0,41	216,48	100,00	100,00	100,00	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
657,00	0,42	275,94	98,64	98,64	98,64	1,49	1,53	1,54	0,60	0,62	0,63	0,001175	0,001208	0,001223	0,97	0,97	0,98	1,63	1,58	1,58	1,77	1,72	
800,00	0,41	328,00	99,39	99,39	99,39	1,44	0,80	0,95	0,91	0,54	0,63	0,001435	0,000830	0,000980	1,51	1,62	1,61	1,68	3,03	2,56	1,72	3,14	
<b>52967,00</b>		<b>21831,28</b>	<b>98,05</b>	<b>98,05</b>	<b>98,05</b>	<b>1,48</b>	<b>1,03</b>	<b>1,14</b>	<b>0,77</b>	<b>0,57</b>	<b>0,63</b>	<b>0,001358</b>	<b>0,000989</b>	<b>0,001089</b>	<b>1,23</b>	<b>1,33</b>	<b>1,32</b>	<b>1,64</b>	<b>2,35</b>	<b>2,13</b>	<b>1,71</b>	<b>2,49</b>	
342,00	0,41	140,22	100,00	100,00	100,00	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1000,00	0,42	420,00	99,18	99,18	99,18	1,87	2,69	1,46	0,78	0,99	0,53	0,001535	0,002031	0,001094	1,00	0,89	0,88	1,29	0,90	1,66	1,34	0,93	
700,00	0,41	287,00	99,02	99,02	99,02	1,30	0,37	0,69	0,62	0,17	0,31	0,000898	0,000248	0,000462	1,14	1,07	1,09	1,87	6,46	3,52	1,96	7,84	
<b>44340,00</b>		<b>18294,32</b>	<b>98,21</b>	<b>98,21</b>	<b>98,21</b>	<b>1,55</b>	<b>1,26</b>	<b>1,00</b>	<b>0,69</b>	<b>0,54</b>	<b>0,41</b>	<b>0,001147</b>	<b>0,000909</b>	<b>0,000703</b>	<b>1,06</b>	<b>1,03</b>	<b>0,99</b>	<b>1,57</b>	<b>1,93</b>	<b>2,43</b>	<b>1,64</b>	<b>2,04</b>	

idad	Precio (C/Ka)			Precio Pienso (C/ka)			ICE (C/Ka) (Con Mortalidad)			ICE (C/Ka)(Sin Mortalidad)			IBE (C/bez)			IBE (C/bez) (Sin Mortalidad)			Ratio Beneficio/ Pienso (%)			
	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,74	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,58	1,41	1,59	1,64	1,47	1,65	0,48	0,51	0,44	0,47	0,51	0,44	0,50	0,54	0,46	
2,06	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,24	2,58	1,87	1,29	2,77	1,96	0,57	0,49	0,47	0,56	0,48	0,46	0,60	0,51	0,49	
<b>1,90</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,31</b>	<b>1,97</b>	<b>1,73</b>	<b>1,36</b>	<b>2,07</b>	<b>1,80</b>	<b>0,61</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,61</b>	<b>0,52</b>	<b>0,50</b>	<b>0,65</b>	<b>0,55</b>	<b>0,53</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
0,78	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,26	5,12	0,73	1,30	5,97	0,74	0,38	0,40	0,35	0,38	0,39	0,35	0,40	0,42	0,37	
2,10	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,28	1,30	1,93	1,31	1,34	2,00	0,44	0,45	0,36	0,44	0,45	0,36	0,47	0,48	0,38	
<b>1,27</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,24</b>	<b>1,75</b>	<b>1,18</b>	<b>1,28</b>	<b>1,83</b>	<b>1,20</b>	<b>0,48</b>	<b>0,49</b>	<b>0,39</b>	<b>0,48</b>	<b>0,49</b>	<b>0,39</b>	<b>0,51</b>	<b>0,52</b>	<b>0,41</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,18	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,96	0,95	1,09	2,07	0,98	1,12	0,67	0,71	0,65	0,66	0,71	0,65	0,70	0,75	0,69	
3,01	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,35	7,01	2,66	1,71	8,62	2,86	0,73	0,60	0,62	0,72	0,58	0,61	0,76	0,63	0,65	
<b>1,82</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,51</b>	<b>1,96</b>	<b>1,66</b>	<b>1,58</b>	<b>2,06</b>	<b>1,73</b>	<b>0,78</b>	<b>0,64</b>	<b>0,66</b>	<b>0,78</b>	<b>0,64</b>	<b>0,65</b>	<b>0,83</b>	<b>0,68</b>	<b>0,69</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
#IVALOR!	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,27	1,21	#IVALOR!	1,33	1,26	#IVALOR!	0,53	0,51	#IVALOR!	0,52	0,51	#IVALOR!	0,55	0,54	#IVALOR!	
1,89	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,22	1,89	1,71	1,27	2,01	1,80	0,55	0,50	0,48	0,55	0,49	0,48	0,58	0,52	0,51	
<b>#IVALOR!</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,22</b>	<b>1,52</b>	<b>#IVALOR!</b>	<b>1,27</b>	<b>1,59</b>	<b>#IVALOR!</b>	<b>0,60</b>	<b>0,54</b>	<b>#IVALOR!</b>	<b>0,60</b>	<b>0,53</b>	<b>#IVALOR!</b>	<b>0,63</b>	<b>0,56</b>	<b>#IVALOR!</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,70	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,58	1,67	1,56	1,65	1,74	1,62	0,85	0,74	0,77	0,85	0,74	0,77	0,89	0,78	0,81	
4,73	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,70	2,54	4,10	1,78	2,68	4,49	0,86	0,71	0,68	0,86	0,70	0,67	0,91	0,74	0,72	
<b>2,77</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,63</b>	<b>2,08</b>	<b>2,49</b>	<b>1,70</b>	<b>2,18</b>	<b>2,63</b>	<b>0,93</b>	<b>0,75</b>	<b>0,73</b>	<b>0,93</b>	<b>0,75</b>	<b>0,72</b>	<b>0,98</b>	<b>0,79</b>	<b>0,76</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,58	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,34	3,64	1,40	1,42	4,42	1,50	0,81	0,96	1,03	0,80	0,96	1,02	0,85	1,02	1,08	
0,53	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	2,81	0,52	0,49	3,26	0,54	0,51	0,72	1,08	1,15	0,71	1,08	1,15	0,75	1,14	1,21	
<b>0,74</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,77</b>	<b>0,84</b>	<b>0,68</b>	<b>1,92</b>	<b>0,88</b>	<b>0,71</b>	<b>0,78</b>	<b>1,19</b>	<b>1,27</b>	<b>0,77</b>	<b>1,19</b>	<b>1,27</b>	<b>0,82</b>	<b>1,26</b>	<b>1,34</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,26	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	3,07	1,07	1,16	3,50	1,11	1,20	1,01	0,92	0,87	1,01	0,92	0,86	1,07	0,97	0,91	
-6,27	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,05	5,26	1,59	-79,35	-1,75	-5,96	1,16	0,78	0,91	9,49	0,93	1,43	1,22	0,83	0,96	
<b>4,84</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,41</b>	<b>2,33</b>	<b>1,46</b>	<b>9,75</b>	<b>-115,72</b>	<b>4,60</b>	<b>1,26</b>	<b>0,84</b>	<b>0,98</b>	<b>0,24</b>	<b>9,58</b>	<b>0,61</b>	<b>1,33</b>	<b>0,88</b>	<b>1,03</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
4,67	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,56	5,83	3,82	1,66	7,46	4,44	1,02	0,98	0,95	1,01	0,96	0,94	1,07	1,03	1,00	
1,75	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,80	1,86	1,58	1,91	1,96	1,66	1,00	0,96	0,97	0,99	0,95	0,96	1,05	1,01	1,02	
<b>2,17</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,68</b>	<b>2,36</b>	<b>1,93</b>	<b>1,78</b>	<b>2,56</b>	<b>2,06</b>	<b>1,09</b>	<b>1,04</b>	<b>1,06</b>	<b>1,08</b>	<b>1,03</b>	<b>1,05</b>	<b>1,15</b>	<b>1,10</b>	<b>1,11</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,72	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,81	7,18	1,55	1,93	9,32	1,64	1,05	0,91	1,03	1,05	0,89	1,03	1,11	0,96	1,08	
2,93	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,83	1,78	2,59	1,94	1,86	2,79	1,03	0,92	0,95	1,03	0,91	0,94	1,09	0,97	1,00	
<b>2,29</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,79</b>	<b>2,39</b>	<b>2,04</b>	<b>1,90</b>	<b>2,57</b>	<b>2,18</b>	<b>1,13</b>	<b>1,00</b>	<b>1,03</b>	<b>1,12</b>	<b>0,98</b>	<b>1,02</b>	<b>1,18</b>	<b>1,05</b>	<b>1,09</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,71	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,55	1,50	1,50	1,69	1,63	1,62	1,00	1,01	0,99	1,00	1,00	0,99	1,05	1,06	1,05	
2,63	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,60	2,88	2,43	1,63	2,98	2,50	1,07	0,93	0,95	1,06	0,92	0,95	1,12	0,98	1,00	
<b>2,24</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,56</b>	<b>2,24</b>	<b>2,02</b>	<b>1,63</b>	<b>2,37</b>	<b>2,13</b>	<b>1,17</b>	<b>1,01</b>	<b>1,04</b>	<b>1,16</b>	<b>1,00</b>	<b>1,03</b>	<b>1,23</b>	<b>1,06</b>	<b>1,09</b>	
-	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!	#IVALOR!
1,76	4,30	4,30	4,30	0,95	0,95	0,95	1,23	0,86	1,58	1,28	0,88	1,67	0,83	0,97	0,92	0,83	0,97	0,92	0,87	1,02	0,97	
3,88	3,60	3,60	3,60	0,95	0,95	0,95	1,77	6,14	3,34	1,86	7,45	3,69	0,82	0,82	0,82	0,82	0,80	0,81	0,87	0,86	0,86	
<b>2,62</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,49</b>	<b>1,83</b>	<b>2,31</b>	<b>1,56</b>	<b>1,94</b>	<b>2,49</b>	<b>0,90</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>	<b>0,88</b>	<b>0,88</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	

## 5. Planos