Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Escuela de Ingeniería Naval

INTERACCION OPERACIONAL ENTRE WELLBOATS Y BALSAS JAULAS

Tesis para optar al Título de:
Ingeniero naval
Mención: Transporte Marítimo

Profesor patrocinante:
Sr. Richard Luco Salman
Ingeniero Naval.
Lic. en Ingeniería Naval.

IVONNE SANHUEZA URIBE

VALDIVIA - CHILE

2006

Le agradezco a mi familia, especialmente a mis padres Edith y Bernardo, por su incondicional apoyo durante las distintas etapas de mi vida de estudiante, y por el esfuerzo y sacrifico que han hecho al darme la oportunidad de desarrollar mis preferencias.

A mi hermana Karin por todo el apoyo y confianza que me ha brindado. A mi abuelo por cuidarme desde el cielo.

A Javier por su comprensión y amor, a mis amigos por su ayuda y cariño.
Y a Dios por darle sentido a las cosas que hago.

Indice

	Páginas
Resumen	5
Introducción	6
Objetivos	7
I Capítulo: Acuicultura actual y proyecciones de crecimiento	
1 Industria acuícola mundial	8
1.1 Producción acuícola general	8
1.2 Ventajas de la acuicultura respecto a la pesca	10
1.3 Acuicultura mundial	11
1.4 Tendencia mundial	12
2 La industria salmonicultora en Chile	13
2.1 Origen de la salmonicultura	13
2.2 Crecimiento de la industria	14
2.3 Principales países de destinos	20
2.3.1 Principales empresas exportadoras	22
2.4 El proceso productivo del salmón	23
3 Métodos de cosecha	26
3.1 Aviso previo de cosecha	26
3.2 Cosecha en el centro	27
3.3 Traslado con wellboats	29
3.4 Ventajas y desventajas entre cosechas	33
3.5 Avances y tendencias en cosecha	37
4 Flota actual de wellboats en Chile	38
4.1 Aspectos generales	38
4.2 Transporte de peces vivos	39
4.3 Descripción y clasificación de wellboats	41
4.5Ventajas sanitarias y ambientales	44
4.7 Utilización de wellboats en Chile	45
4.8 Flota actual de wellboats	45
4.9 Centros de acopio	49

II Capítulo: Interacción operacional entre wellboats y balsas jaulas
1 Interacción actual 50
1.1 Cultivo de peces en jaulas 50
1.2 Tipos de jaulas 54
1.3 Fondeo de jaulas 56
1.4 Redes 61
1.5 Desarrollo del traslado de peces en wellboat 63

2 Problemas operacionales 67
3 Soluciones factibles para los problemas operacionales 73
Conclusiones 80
Bibliografía 83
Anexo 84

Resumen

El salmón, un pez originario de los mares del norte, llegó a Chile para quedarse. Su explotación a escala industrial en las regiones australes del país se ha masificado en forma irreversible. Sus efectos se han sentido en la estructura productiva, el mercado de trabajo, y el capital humano de la zona.

La industria salmonera nacional está continuamente en la búsqueda de insumos y servicios que le permitan hacer cada vez más eficientes y rentables sus actividades productivas. El desarrollo tecnológico ocupa en este anhelo un papel preponderante.

Los wellboats son un tipo de nave especializada para el transporte de peces vivos. Específicamente, son buques de transporte de peces en etapa de cosecha, aunque también pueden transportar peces de otros tamaños como smolts.

En el proceso productivo del Salmón, los wellboats por sí solos no tienen posibilidad de desarrollo importante. Necesitan un centro de cultivo y acopio para los peces transportados. La forma de operar estas naves, para que exista rentabilidad es lograr que los tiempos de carga y descarga sean cortos, es por esto que se necesita que las jaulas y el personal de éstas se encuentren preparados para realizar estas faenas.

Por lo cual en esta tesis se analiza a fondo esta problemática y se busca dar solución de la mejor manera a estos inconvenientes.

Summary

The salmon, a fish from de north seas of the world arrived Chile to stay. The exploitation in a industrial level in the south regions of the country is masificated in irrevocable way. Theirs effects have been felt in the productive industry, in the work market.

The national seafarm industry is constantly searching for supplies and services to make more efficient and economic theirs productive activities. The technologic develop have a very important place in the industry.

The wellboats are specialized vessels for the lifefish transport in a harvest level, also the wellboats can transport fishes in different growth level.

In the productive salmon process, the wellboat by themselves have not chance for important develop. They need a farming center and processing center for the transported fishes. The time of charge and discharge must be quick to operate this vessel in a rentable way. This is the reason to preparate personal and installations of the farmi for the charge and discharge process.

This work will aboard in deep this problematic and will search for solution.

Introducción

La explosión demográfica vivida en el siglo veinte obliga a la humanidad a buscar alternativas en la producción de alimentos. La investigación científica se ha dirigido hacia los ecosistemas acuáticos debido a su gran riqueza y posibilidades de explotación, dando origen a la acuicultura. La cual ha tenido un gran desarrollo durante los últimos veinte años, especialmente en una de sus ramas, la salmonicultura ya que el salmón silvestre se está considerando escaso en los mercados, hasta el punto que aproximadamente el 98% del consumo de este pez, se abastece de la red acuícola de Chile, Noruega y otros países.

La salmonicultura chilena ha llegado a ser en los últimos años un pilar fundamental de la economía exportadora del país, convirtiéndose durante el 2004 en el principal exportador mundial de salmón y trucha. Este crecimiento tiene como factores fundamentales contar con condiciones ambientales y geográficas ideales para la producción, disponer de materias primas para la elaboración de alimentos, poseer capital humano y tecnológico que sostienen su desarrollo.

Para lograr mantener su posición dentro del mercado internacional, es necesario ir optimizando los procesos, que permitan una mayor eficiencia productiva y productos de mayor calidad. Es así, como en el último tiempo se han incorporado nuevas tecnologías, dentro de las cuales destaca la cosecha de peces vivos utilizando embarcaciones conocidas como wellboat que permiten el traslado de éstos desde los centros de engorda o cultivo a los a centros de acopio, otorgándole al proceso ventajas comparativas en relación a la optimización de recursos y al mejoramiento de la calidad del producto final.

Sin embargo durante el trabajo en conjunto del wellboat con el set de jaulas se producen problemas de operacionales, ya que el diseño y el personal de estas últimas no están preparadas para la cosecha con wellboat, ocasionando perdidas de tiempo de operación lo cuál se traduce en perdidas de dinero.

Es por esto que el objetivo principal de esta tesis es identificar los principales problemas operacionales entre los wellboats y los set de jaulas y proponer soluciones factibles y sencillas.

Objetivos

- Analizar el desarrollo, crecimiento y proyecciones de la acuicultura mundial y nacional.
- Identificar las principales empresas chilenas exportadores de salmón y los países de destino del producto.
- Describir los métodos de cosecha del salmón utilizado por los salmonicultores chilenos.
- Estudiar las ventajas y desventajas de cada método de cosecha.
- Realizar un catastro de los wellboat operando en Chile.
- Confeccionar una lista de los centros acopio y su ubicación en la X región.
- Describir el tipo de balsas jaulas utilizadas para el cultivo de peces.
- Conocer los elementos de fondeo utilizados en las jaulas.
- Describir el proceso de carga, transporte y descarga de los peces transportados en wellboat
- Enumerar los problemas operacionales entre el wellboat y las balsas jaulas.
- Proponer soluciones factibles y sencillas para cada problema.

I Capítulo: Acuicultura actual y Proyecciones de crecimiento

1 Industria Acuicultora mundial

1.1 Producción acuícola general.

Es evidente que los recursos que existen en el medio acuático no son inagotables y que la presión que se hace sobre ellos es cada vez mayor, debido a que las flotas internacionales de pesca, dotadas de una tecnología perfeccionada, no consideran los trastornos ecológicos que están produciendo, en especial lo relacionado con las cadenas alimenticias y la renovación de las poblaciones de organismos, ya que al capturar un número elevado de posibles reproductores, hacen que las posibilidades de cruza de la especie disminuyan y, por lo tanto, su "mejoramiento genético" es menor, lo que trae como consecuencia que las poblaciones de la especie sean débiles. En el gráfico 1.1 se aprecia que la producción mundial de salmón y trucha cultivado supera con creces al de la pesca del salmón y trucha silvestre debido a que estos últimos no alcanzan el período de reproducción cuando son capturados.

Además algunos sistemas de captura, como la pesca de arrastre, ocasionan modificaciones graves en el hábitat de los organismos y a esto se le puede agregar que sólo se aprovechan las especies de alto rendimiento económico y que las otras se regresan al mar. En las figuras 1.1 y 1.2 se muestran el sistema de captura de arraste y cerco. También la demanda de ciertos productos, como la harina de pescado, hace que se quemen organismos para producirla en vez de consumirlos directamente, todo esto en menoscabo de la alimentación humana.

Figura 1.1 Pesca de arrastre

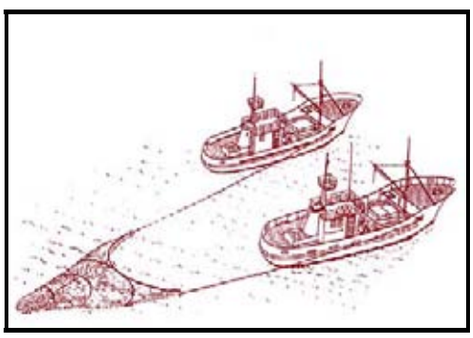
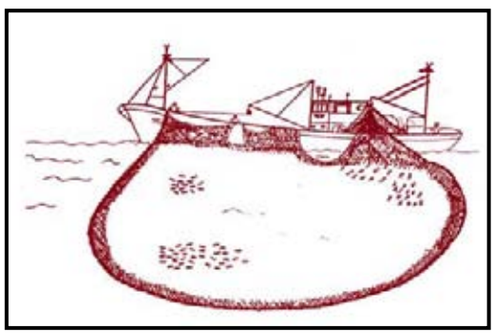
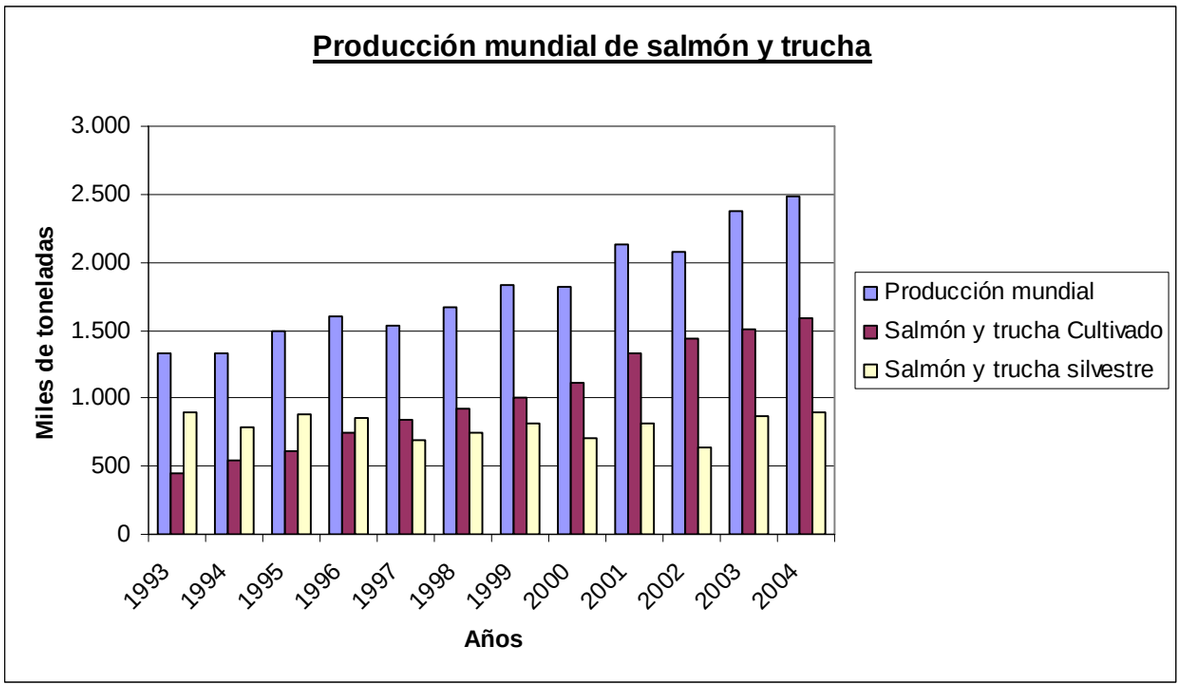


Figura 1.2 Pesca de cerco



Se tiene que considerar también que, en la industria pesquera, los países desarrollados tradicionalmente han buscado el "colonialismo" de los países en vías de desarrollo y han explotado frecuentemente sus caladeros, sin que los Estados ribereños reciban la compensación adecuada por la pérdida de sus recursos.

Gráfico1.1 Producción mundial de salmón y trucha



Fuente: Estadísticas Intesal 2005

Los administradores y los científicos pesqueros se dieron cuenta de que el problema de la alimentación mundial no se podía resolver con sólo incrementar la captura de alimentos marinos, y que se tenía que buscar el paso de la "pesca-recolección", hacia el cultivo de los organismos que viven en los cuerpos de agua. Así, de manera paralela con la pesca surgió una nueva rama de la ciencia pesquera, la *acuicultura*.

Los investigadores y los técnicos han estudiado la biología de los recursos pesqueros con el fin de evitar el agotamiento de las especies de interés comercial, para poder desarrollar la acuicultura y así colaborar a conservar estos recursos y tratar de obtener más para solucionar el problema de la mala nutrición.

La definición de acuicultura ha sido muy discutida y puede hacerse de acuerdo con su etimología como el "cultivo de especies acuáticas", sin embargo, esta definición se ha complementado por investigadores como Idyll, quien escribe lo siguiente: "cría de especies acuáticas útiles, controlando de alguna forma los organismos en cuestión con su ambiente."

Estas definiciones resultan generales y vagas y por eso los estudiosos la han ampliado para llegar a un acuerdo, siendo una de las más aceptadas la que dice: "La acuicultura es una biotécnica cuyos métodos y técnicas abarcan el manejo y control total o parcial de los cuerpos de agua y de sus recursos bióticos, con el objetivo de lograr su aprovechamiento socioeconómico, o bien por interés de tipo biológico." La acuicultura se puede clasificar por tipo de cultivo, de los cuales pueden distinguirse los siguientes:

Conchicultura: cultivo de moluscos bivalvos.

Miticultura: cultivo de mejillones.

Venericultura: cultivo de almejas.

Ostricultura: cultivo de ostras.

Piscicultura: cultivo de peces.

Salmonicultura: cultivo de salmones y truchas

Ciprinicultura: cultivo de ciprínidos (ej. Carpas).

Las herramientas imprescindibles para la acuicultura, provienen de dos ciencias: la biológica y la económica. Además del conocimiento de las tecnologías a aplicar y de los sistemas a utilizar, relacionados estrechamente a la producción, además de los tratamientos a las cosechas y post-cosechas (procesamiento del producto).

1.2-Ventajas de la acuicultura respecto a la pesca

La actividad de acuicultura presenta ventajas significativas con respecto de la pesca tradicional:

• Se puede programar los volúmenes de producción. En la figura 1.3 se aprecia el primer proceso de control de volumen, al desovar las hembras necesarias para la producción.

• Se obtiene productos de mayor calidad.

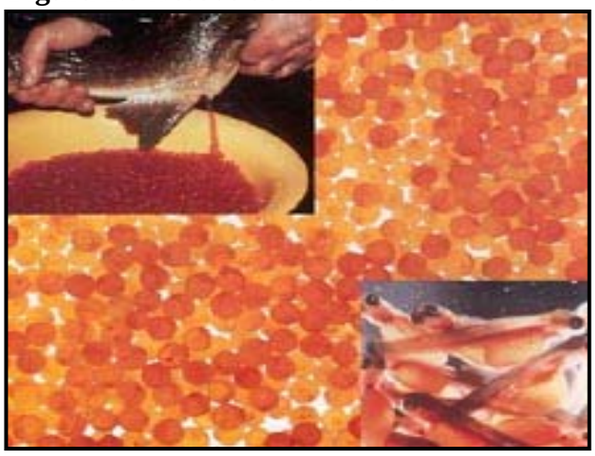
• Se pueden realizar cosechas parciales o totales, para llegar a los mercados según los requerimientos.

• Permite modificar las dietas (niveles de proteínas, a través de la composición de las fórmulas alimentarías, en forma previa, durante el cultivo) para mejorar los requerimientos energéticos y nutricionales del producto para el beneficio de la salud humana. Al modificarse las dietas, se modificarán también los atributos sensoriales, el color, el aroma y el gusto. También, la estabilidad de los productos congelados originados en cultivo aumenta, extendiéndose en el tiempo, por la modificación de la composición de los ácidos grasos.

El productor puede, de esta forma, lograr un aprovechamiento sustentable y económicamente apto.

El problema de la pesca excesiva es que ha traído como consecuencia la disminución de las reservas naturales, lo que ha demostrado que estos recursos tienen una capacidad limitada, sobre todo las especies que tradicionalmente se capturan.

Figura 1.3 Desove de hembras



1.3-Acuicultura mundial

El incremento del consumo per capita, junto al crecimiento de la población ha conducido a que el consumo mundial de alimentos pesqueros se haya triplicado desde los años 60 hasta hoy, llegando a representar uno de las principales fuentes de proteína en la dieta humana. Para satisfacer la creciente demanda de productos del mar, el suministro ha venido cada vez más desde la acuicultura.

El sector acuicultor ha venido creciendo a tasas anuales promedio de 8,9% desde 1970 comparado con 1,2% de la pesca de captura, pues del 10% de la producción pesquera mundial a comienzos de la década de los ochenta ha pasado al 33% a comienzos de este siglo (unos 40 millones de toneladas métricas, con un valor de más 150.000 millones de dólares). Las especies más valiosas y de mayor expansión son las que se están cultivando en viveros de Norteamérica y Sudamérica, Europa y el Japón. En la tabla 1.1se indica la producción mundial de salmón y trucha en cautiverio por país.

Chile y Noruega son en la actualidad los principales protagonistas de la acuicultura mundial, al controlar más del 70 por ciento de la producción de salmónidos que se comercializan internacionalmente (estos porcentajes fluctúan para Chile 37,8%-Noruega 38%) y el resto se reparte entre Escocia, Irlanda y Canadá principalmente.

Por otro lado, el volumen aportado por la pesca extractiva se ha mantenido relativamente estable durante los últimos años, hecho que confirma que la capacidad de captura para varias

especies ha alcanzado su límite y subsecuentemente la acuicultura se ha vuelto aun más relevante en el futuro. El crecimiento de la acuicultura obedece a operaciones cada vez más complejas y a una escala cada vez mayor; donde se está registrando la industrialización del sector.

Tabla 1.1 Producción mundial de salmón y trucha cultivado por país.

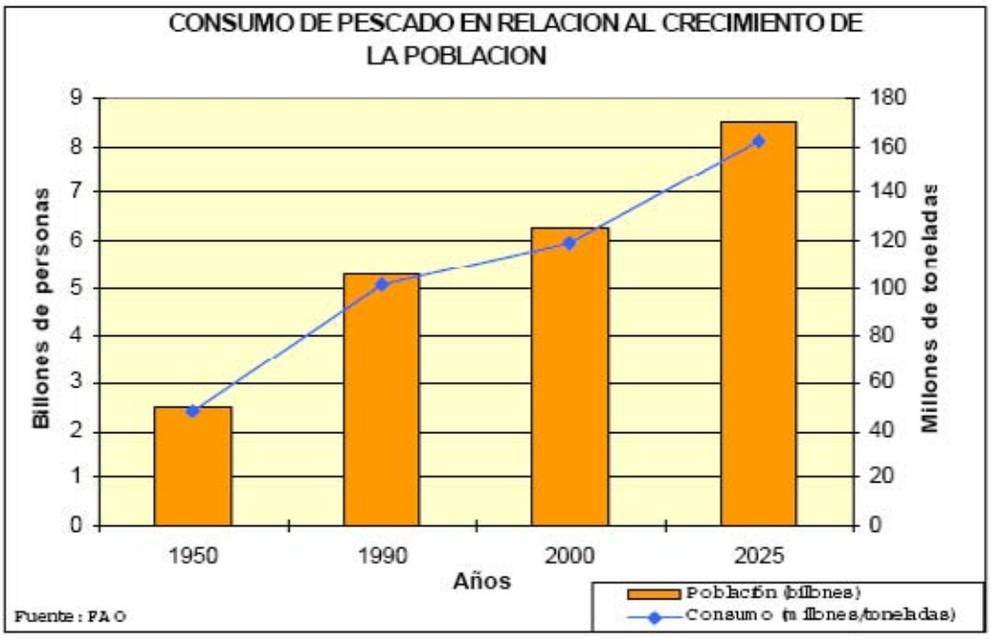
PRODUCCION MUNDIAL DE SALMON Y TRUCHA CULTIVADO Miles de toneladas											
País	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
Noruega	222	262	313	347	387	458	459	478	530	583	602
Chile	98	128	184	224	258	223	302	450	506	494	601
Reino Unido	64	73	83	93	100	120	134	147	133	162	137
Canadá	41	40	45	50	47	63	79	84	118	109	107
Islas Faroe	15	13	21	21	25	37	33	52	52	58	41
Irlanda	18	14	14	17	22	21	19	22	22	19	16
Finlandia	18	19	20	18	18	18	20	20	18	18	16
Australia	6	7	8	8	11	10	14	13	13	14	15
Estados Unidos	14	15	17	22	22	24	22	24	13	18	13
Japón	23	14	20	11	10	12	10	12	9	9	10
Nueva Zelanda	4	7	7	7	8	8	6	8	8	7	9
Suecia	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Islandia	4	4	4	4	6	4	3	6	4	4	6
Dinamarca	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6
TOTAL	**543**	**612**	**751**	**835**	**926**	**1,010**	**1,112**	**1,327**	**1,438**	**1,508**	**1,586**

Fuente: Estadísticas Intesal 2005

1.4- Tendencia mundial

La FAO, junto a otros expertos independientes, estimó que en los próximos años, la producción proveniente de las pesquerías se mantendría estable como en las últimas décadas y los cultivos acuícolas se expandirían. También existen estudios sobre la proyección de consumo de pescado a nivel mundial, ya que las personas identifican a los peces como una de las mejores fuentes de proteína y obtienen de ellos, entre un 15 y 20% de éstas, además contienen vitaminas y minerales y bajos niveles de colesterol. En el gráfico 1.2 se puede apreciar el aumento del consumo de peces en los últimos años a nivel mundial (la escala del gráfico no es lineal), relacionando el crecimiento poblacional y la proyección de necesidad de "pescado" para el futuro. La disminución de las pesquerías mundiales, hace suponer que la acuicultura deberá incentivarse, si se pretende lograr el aumento necesario de productos para consumo.

Gráfico 1.2 Consumo mundial de pescado en relación al crecimiento de la población



Las proyecciones realizadas por la misma organización y otros autores, indican que el aumento de producción por la acuicultura, se acercaría a la cifra de 40 millones de toneladas y aún más, hacia el año 2010; Si las actuales tendencias se mantienen, se espera que la acuicultura supere en volumen a la captura en el año 2020.

2 La industria salmonicultora en chile

2.1- Origen de la salmonicultura

Los orígenes de la salmonicultura en Chile se remontan a fines del siglo XIX, con los primeros desoves y poblamientos de truchas en aguas interiores de ríos y lagos del Sur del país (VIII, IX y X Regiones). Durante mucho tiempo su finalidad no fue industrial sino mas bien el fomento a la pesca deportiva. En los años sesenta se dieron diversas iniciativas de tipo cooperativo entre organismos públicos chilenos (Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Pesca y la CORFO), norteamericanos (Cuerpo de Paz, Estado de Oregon, Universidad de Washington) y japoneses (JICA). Su objetivo fue estudiar los ríos más aptos, sembrar alevines, realizar incubaciones y construir pisciculturas. Aunque dichos programas fueron interrumpidos a comienzos de la década de 1970, significaron un progreso en el conocimiento de técnicas de cultivo, manejo de enfermedades y transporte de peces.

Las actividades industriales pioneras datan de mediados de los años setenta y tuvieron un carácter experimental. En l974, la empresa americana Unión Carbide, a través de su filial Domsea Farms Chile, inició la producción a partir de ovas importadas. Este primer intento, localizado en Curaco de Vélez en la Isla de Chiloé, no tuvo resultados óptimos debido a la inestabilidad de los retornos, más algunos infortunios climáticos, lo cual desincentivo mayores inversiones con ese sistema de producción. Una segunda iniciativa de la misma época fue la emprendida por profesionales, con el apoyo de la CORFO, quienes decidieron iniciar el cultivo comercial de la trucha y fundan la empresa Lago Llanquihue Ltda., que 4 años después, realizó las primeras exportaciones de trucha a Francia.

En l981, la Fundación Chile compró las instalaciones de Domsea Farms y creó Salmones Antártica empresa que sobrevive hasta hoy y que fue la primera en superar la cifra de 1000 toneladas anuales en 1988.

La misma Fundación construye pisciculturas en la XI y XII regiones comenzando así a desarrollar las primeras experiencias de cultivo confinado de salmones en balsas-jaula.

Otras iniciativas fueron las realizadas en el Lago Llanquihue por variadas instituciones públicas y empresas privadas: La CORFO, la japonesa Nishiro y la Pesquera Mytilus, que se transformó en Mares Australes, más adelante fusionada con Marine Harvest por Nutreco. El mérito de estas iniciativas lideradas por biólogos, veterinarios, ingenieros pesqueros y otros profesionales, estuvo en que permitieron adquirir una rica experiencia y conocimiento en instalaciones piscícolas, en manejo de especies foráneas, en producción de ovas y alevinaje (Fundación Chile, l989). Pero es sólo a mediados de los años ochenta que Chile se incorpora al

selecto grupo de países exportadores de salmón, algunos años después de iniciada la fuerte expansión a nivel mundial del cultivo en cautiverio, liderada por Noruega y Escocia.

De los antecedentes presentados se puede deducir que el impulso inicial de esta industria proviene del apoyo que los organismos estatales dieron al cultivo del salmón pero en ningún caso hubo una política de Estado explícita y formal que lo favoreciera, como fue el caso por ejemplo de Noruega, país que decidió invertir recursos públicos en forma masiva y sostenida como parte de una política de creación de empleos en época de recesión.

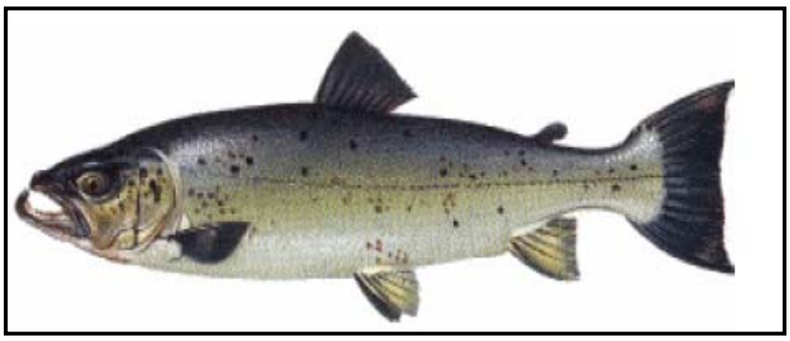
2.2- Crecimiento de la industria

La trayectoria industrial del cultivo del salmón en Chile es fruto de una dinámica de cooperación en la que hubo esfuerzos públicos y privados incluyendo iniciativas de empresarios nacionales y extranjeros. De ello resultó un proceso de aprendizaje colectivo que fue evolucionando en forma muy rápida bajo el estímulo de la demanda.

Pese a los numerosos intentos por introducir una gran gama de especies de salmón, actualmente el país concentra su producción en tres de estas:

-**Salmón del Atlántico** (*Salmo salar*) Figura 1.4
Pez de cultivo intensivo.
Se encuentra en la costa chilena, especialmente entre la X y XI Región.
Temporada de extracción: todo el año
Cultivo: se utiliza el sistema de cultivo en balsas-jaulas.
Tamaño cosecha: 5-6 kilos.

Figura 1.4 Salmón atlántico



-**Trucha Arcoiris** (*Oncorhynchus mykiss*) Figura 1.5

Pez de cultivo intensivo.

Se encuentra en la costa chilena, especialmente entre la X y XI Región.

Período de extracción: septiembre a noviembre, febrero a mayo

Cultivo: se utiliza el sistema de cultivo en balsas-jaulas.

Tamaño cosecha: 3-4 kilos.

Figura 1.5 trucha arcoiris

-**Salmón Coho** (*Oncorhynchus kisutch*) Figura 1.6

Pez de cultivo intensivo.

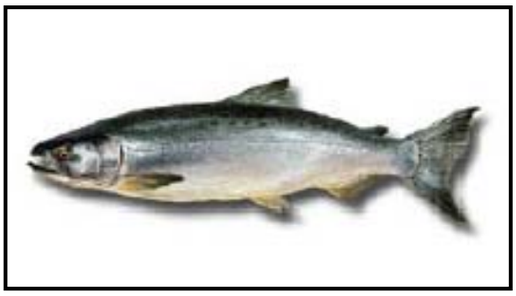
Se encuentra en la costa chilena, especialmente entre la X y XI Región.

Temporada de extracción: desde octubre hasta febrero.

Cultivo: se utiliza el sistema de cultivo en balsas-jaulas.

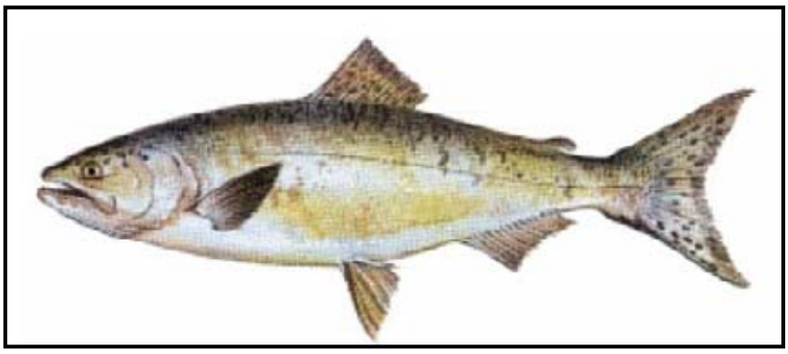
Tamaño cosecha: 3-4 kilos.

Figura 1.6 Salmón coho



Estas especies representan prácticamente el 100% la producción. Las especies de salmón Rey (figura 1.7) no representan una importante proporción ya que es una especie que hace poco años se esta cultivando en Chile y aún está en etapa experimental.

Figura 1.7 Salmón rey



Desde entonces la producción nacional se ha concentrado en la X, XI y XII Regiones, en la figura 1.8 se indican los puntos de mayor concentración de centros de cultivo, multiplicándose por 200 entre 1987 y 2001, y de paso, posicionando al país como el segundo productor mundial después de Noruega, con una participación que en los últimos años ha fluctuado entre un 27% y un 38% de la oferta mundial en los últimos 5 años proveniente de planteles de cultivo.

Figura 1.8 Sector geográfico de mayor concentración de centro de cultivo

Las exportaciones de salmón chileno han experimentado un crecimiento fuerte en el mismo período con 8 millones de dólares en l987 y 973 millones de dólares en 2002. La

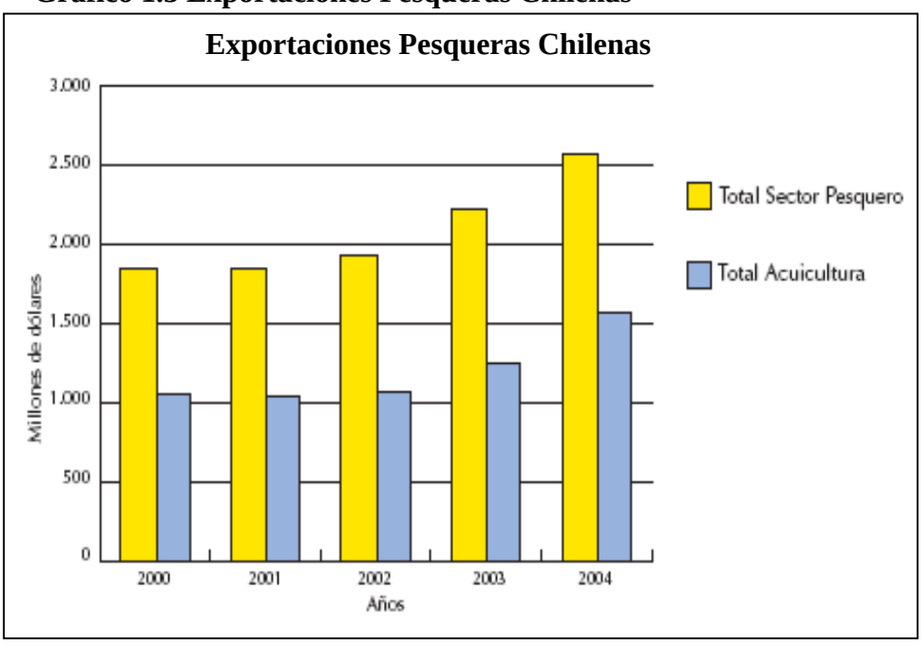
Industria salmonera, que en 1989 representaba menos del 5% de los ingresos del país por concepto de exportaciones pesqueras, ha llegado a representar en la actualidad el 50%.

La evolución reciente indica una nueva tendencia positiva en precios. La reducción de los embarques nacionales producto de un ajuste en la producción nacional a la demanda mundial se está traduciendo en precios más elevados. En el mes de marzo del 2003 el precio del salmón alcanzó un promedio de 3,84 dólares por kilo lo que representa más del doble del precio del año anterior. El valor de las exportaciones se recuperó en un 34% respecto del año anterior a pesar de que el volumen exportado disminuyó en 29%. Este repunte indica también un mejor manejo de las estrategias de comercialización de los productores nacionales.

La industria del salmón, especie exótica que logró ser introducida después de numerosos ensayos, se ha transformado en un corto lapso, en un verdadero fenómeno económico y social. De producir 80 toneladas en la década de 1980, se estima una producción de 500.000 toneladas para el 2010, con ganancias por U$S 3.000 millones anuales.

En el 2004, los retornos por exportaciones alcanzaron los U$S 1.389 millones. Ocupando así la segunda posición, detrás del cobre (U$S 14.344,2 millones). Y alcanzó al 5,5% de las exportaciones totales del país. Considerando el PIB de la industria pesquera del país (equivalente a U$S 1.205 millones en el 2000), la acuicultura, actividad en la que la industria del salmón es la más dinámica y rentable, participa con un 50%. En el gráfico 1.3 se aprecia la participación de la acuicultura respecto de la pesca en el total de las exportaciones chilenas.

Gráfico 1.3 Exportaciones Pesqueras Chilenas



Fuente: Sernapesca

En el 2004 existían 32 empresas con inversiones en esta industria, de 100 que existían a comienzos de la década de 1990, con integración vertical, hacia atrás y hacia delante, generando un encadenamiento productivo, o cluster. Ha generado 45.000 puestos de trabajo, entre directo e indirectos, con una proyección para el 2010 de casi 20.000 puestos de trabajo más.

El año 2005, las exportaciones totales sumaron US$ 1.700 millones, un 20% más que el año anterior, mientras el volumen enviado sólo se expandió 8%, al alcanzar 383.700 toneladas, el precio promedio de las exportaciones del sector se incrementó en un 45% en los últimos cuatro años, pasando de US$ 3,08 por kilo en el 2002, a un valor de US$ 4,48 por kilo durante el 2005. Ese fue el valor más alto conseguido por la industria en lo que va de su historia. En la tabla 1.2 se aprecian las toneladas exportadas de salmón y trucha durante los últimos doce años

Tabla 1.2 Exportaciones chilenas de salmón y trucha en toneladas

EXPORTACIONES CHILENAS DE SALMON Y TRUCHA Miles de Toneladas Netas												
Especies	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Salmón Atlántico	26	41	56	65	67	64	95	140	162	155	197	229
Salmón Coho	24	31	43	47	57	57	64	92	94	62	76	79
Salmón Rey	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trucha	23	26	36	47	57	35	47	68	74	68	82	75
Total	74	98	135	160	182	155	205	300	330	285	355	383

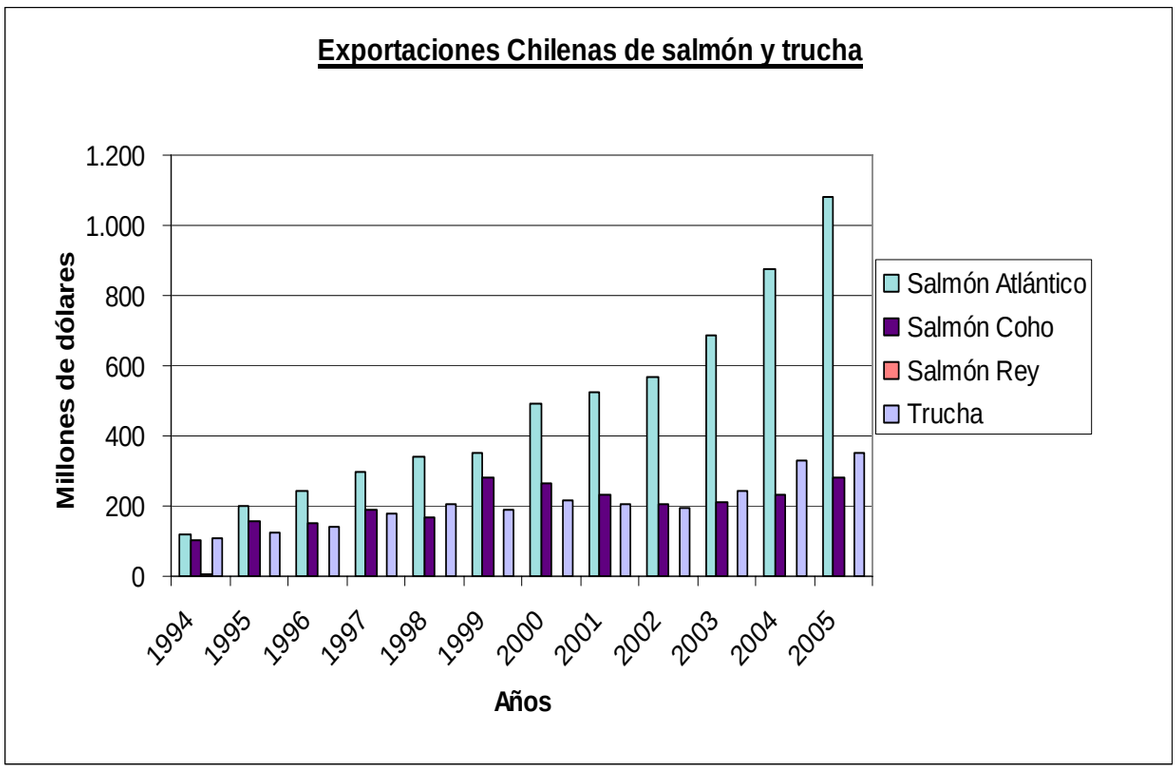
Fuente: Estadísticas Intesal 2006

Dichos resultados tienen que ver con que la actividad comenzó, en los últimos dos años, una intensa labor por mejorar sus márgenes y la calidad de sus productos, entregando mayor valor agregado, lo cual le ha permitido expandirse y penetrar en los principales mercados del mundo. Ello ha generado un incremento en la demanda por salmón y trucha, la que se ha visto fortalecida por la estabilidad económica que han mostrado los países más importantes del mundo. En el gráfico 1.4 se puede apreciar el valor en millones de dólares que han tenido las exportaciones de salmón y trucha en los últimos doce años.

De este modo, el panorama a futuro sigue siendo auspicioso si durante el 2006 el sector logra un crecimiento de un 10%, podría superar la barrera de los US$ 2.000 millones en envíos, lo que significaría doblar el monto exportado en sólo 4 años. Muy atractivo si se observa que la barrera de los US$ 1.000 millones de exportaciones se superó en el 2003 luego de tres años en que el monto final estuvo levemente por sobre los US$ 900 millones.

Por su crecimiento y proyecciones, algunos estudios han llegado a plantear que *"esta industria podría representar otro 'sueldo' para Chile"*.

Gráfico 1.4 Exportaciones chilenas de salmón y trucha en millones de dólares.



Fuente: Estadística Intesal 2006

Por su significación en el mercado alimenticio mundial, y la consiguiente rentabilidad de la industria, las afirmaciones son más optimistas aún: *"Si en los '60 los ojos del mundo se volcaron hacia la agricultura como la gran fuente de alimentación, en la primera década del siglo XXI las miradas apuntan hacia la acuicultura. Si entonces el uso de fertilizantes y de variedades mejoradas aumentó en forma exponencial la productividad de la tierra, en la denominada revolución verde, hoy se habla de la revolución azul"*

2.3- Principales países de destino de la exportación

Japón y Estados Unidos continúan siendo los principales mercados de destino en términos de valor para las exportaciones chilenas de salmón y trucha, con una participación durante el 2005 de un 39% y 31%, respectivamente. El crecimiento experimentado por la Unión Europea no ha sido menor, alcanzando el 12% de los envíos durante el mismo año. En la tabla 1.3 se muestran las toneladas de salmón y trucha exportadas por Chile a los principales mercados de

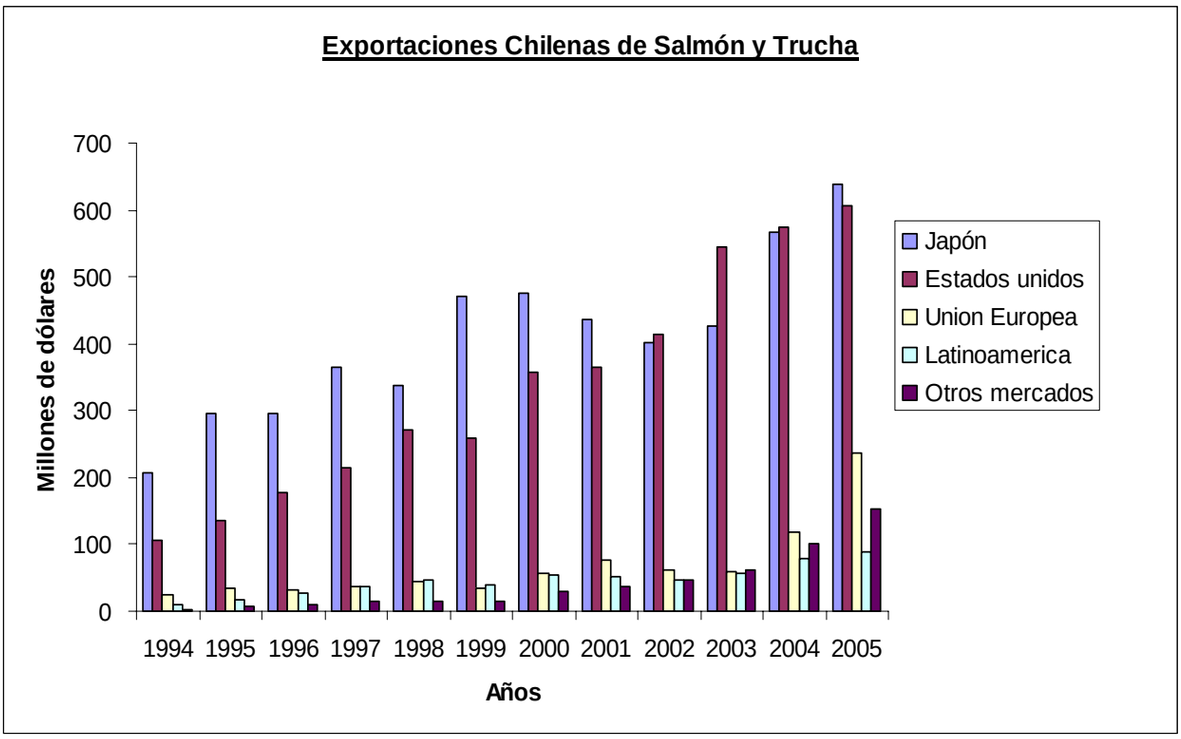
destino. Y en el gráfico 1.5 se aprecian el incremento de las exportaciones de salmón y trucha en millones de dólares a los diferentes mercados de destino.

Tabla 1.3 Exportaciones de salmón y trucha en toneladas por países de destino

EXPORTACIONES CHILENAS DE SALMON Y TRUCHA Miles de Toneladas Netas												
MERCADO	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
JAPON	46	58	80	93	105	92	111	158	162	119	154	151
ESTADOS UNIDOS	22	29	41	46	52	45	65	88	108	117	124	118
UNION EUROPEA	5	6	6	8	10	7	11	22	21	14	24	47
LATINO AMERICA	1	3	6	9	11	9	13	17	19	17	23	24
OTROS MERCADOS	1	1	2	4	4	3	6	16	21	19	29	43
TOTAL	**76**	**98**	**135**	**160**	**182**	**155**	**206**	**300**	**331**	**286**	**355**	**384**

Fuente: Estadísticas Intesal 2006

Gráfico1.5 Exportaciones chilenas de salmón y trucha por mercado en millones de dólares



Fuente: Estadísticas Intesal 2006

2.3.1- Principales empresas exportadores

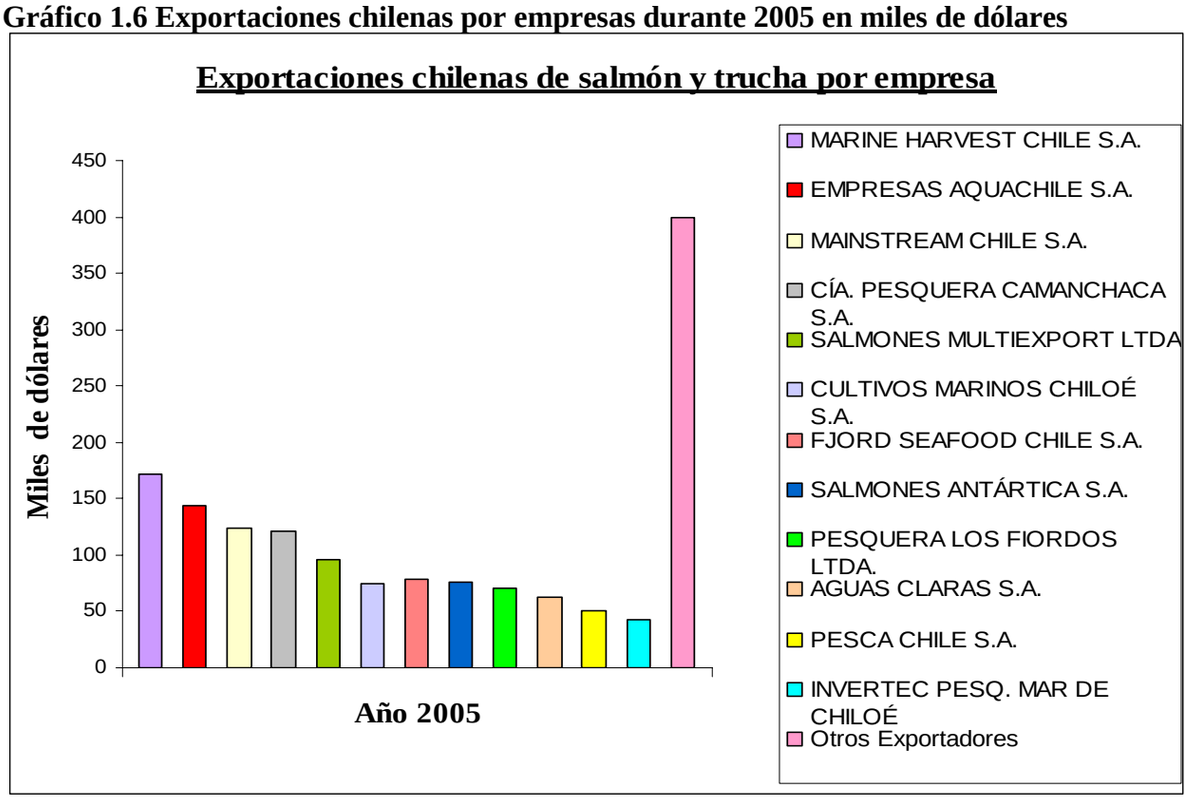
En cuanto a las principales empresas exportadoras durante el año 2005, encabezan la lista Marine Harvest Chile S.A.(US$ 172 millones), Empresas Aquachile S.A. (US$ 143 millones) y Mainstream Chile S.A. (US$ 123 millones). En el Tabla 1.4 Se indican la cantidad de toneladas de salmón y truchas exportados por cada empresa y su porcentaje a nivel nacional en el 2005. Y en el gráfico 1.6 se observa las ganancias en miles de dólares de las exportaciones por empresas durante el año 2005.

Tabla 1.4 Toneladas de exportación de salmón y trucha por empresa

EXPORTADOR	Toneladas netas	Porcentaje
MARINE HARVEST CHILE S.A.	37.528,7	11,1%
EMPRESAS AQUACHILE S.A.	33.522,7	9,9%
MAINSTREAM CHILE S.A.	28.423,7	8,4%
CÍA. PESQUERA CAMANCHACA S.A.	24.111,3	7,1%
SALMONES MULTIEXPORT LTDA.	19.331,7	5,7%
PESQUERA LOS FIORDOS LTDA.	18.222,3	5,4%
FJORD SEAFOOD CHILE S.A.	17.594,8	5,2%
SALMONES ANTÁRTICA S.A.	15.784,7	4,7%
CULTIVOS MARINOS CHILOÉ S.A.	14.318,6	4,2%
AGUAS CLARAS S.A.	12.061,6	3,6%
PESCA CHILE S.A.	11.585,0	3,4%
INVERTEC PESQ. MAR DE CHILOÉ	8.301,6	2,5%
Otros Exportadores	96.872,1	28,7%
TOTAL	**337.658,9**	**100%**

Fuente: Estadísticas Intesal 2006

Gráfico 1.6 Exportaciones chilenas por empresas durante 2005 en miles de dólares



Fuente: Estadísticas Intesal 2006

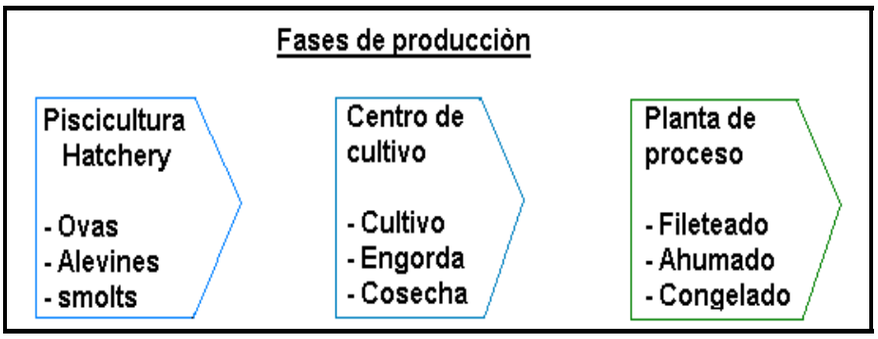
2.4-El proceso productivo del salmón.

El cultivo marino es una forma intermedia entre la pesquería y la industria manufacturera. Los centros de cultivo se ubican en zonas costeras o cercanas a la costa lo que hace posible un control de los peces, su alimentación artificial y el manejo de su ciclo de vida. Ya no hay que salir detrás de los cardúmenes, ni depender de fenómenos climáticos. Pero la acuicultura impone a su vez condiciones de espacio, calidad de las aguas, temperatura y luz que definen todo un conjunto de condiciones sistémicas cuya menor alteración puede afectar el resultado. Es por ello, que se puede decir, contrariamente a lo que se piensa, que el proceso productivo del salmón es intensivo en conocimiento e innovación tecnológica.

La producción de una especie animal en cautiverio presenta altos niveles de complejidad en la medida que requiere un manejo artificial del ciclo de reproducción y de engorda. En el caso del salmón, ello resulta particularmente complejo porque su ciclo de vida es largo y se desarrolla en vastas distancias que van desde el arroyo al océano, por su alta sensibilidad frente a alteraciones medio ambientales y por su fuerte resistencia a morir. Por otra parte, la actividad industrial y la comercialización de un producto perecible imponen una lógica de proceso que obliga a un tratamiento sistémico de toda la cadena productiva. Estos factores explican el hecho que el cultivo de salmón no puede realizarse en buenas condiciones si no se opera, en forma sincronizada, todo el sistema productivo.

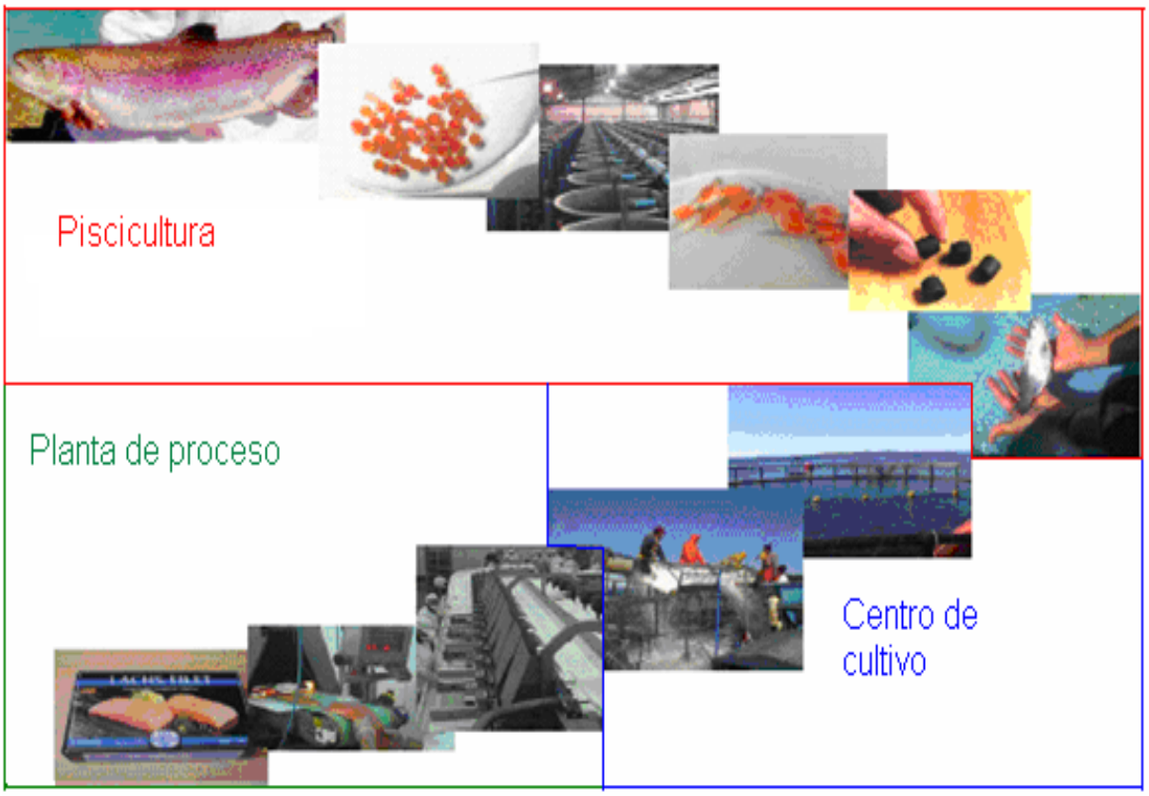
En Chile la producción se concentra fundamentalmente en el cultivo de tres especies: Tucha arcoiris, Salmón del Atlántico o Salar y Salmón de Pacífico o Coho. Esta última especie es sólo producida en Chile, posee un ciclo biológico estacional único y la producción se orienta a abastecer principalmente al mercado japonés. Por su parte, el salmón del Atlántico es una especie cuyo crecimiento no está sujeto a estacionalidades, por lo tanto, su cultivo y cosecha se desarrolla durante todo el año y, está orientado principalmente a abastecer al mercado norteamericano. La superación de la estacionalidad es un logro reciente que ha incidido en una mayor estabilidad de la mano de obra. La cadena productiva del salmón tiene tres etapas fundamentales dentro del proceso productivo. Las tres etapas centrales son:

Pisciculturas y Hatchery: corresponde al núcleo intensivo en tecnología.
Planteles de cultivo, engorda y cosecha: núcleo de la producción.
Plantas de proceso: núcleo en que se genera el valor agregado del producto.



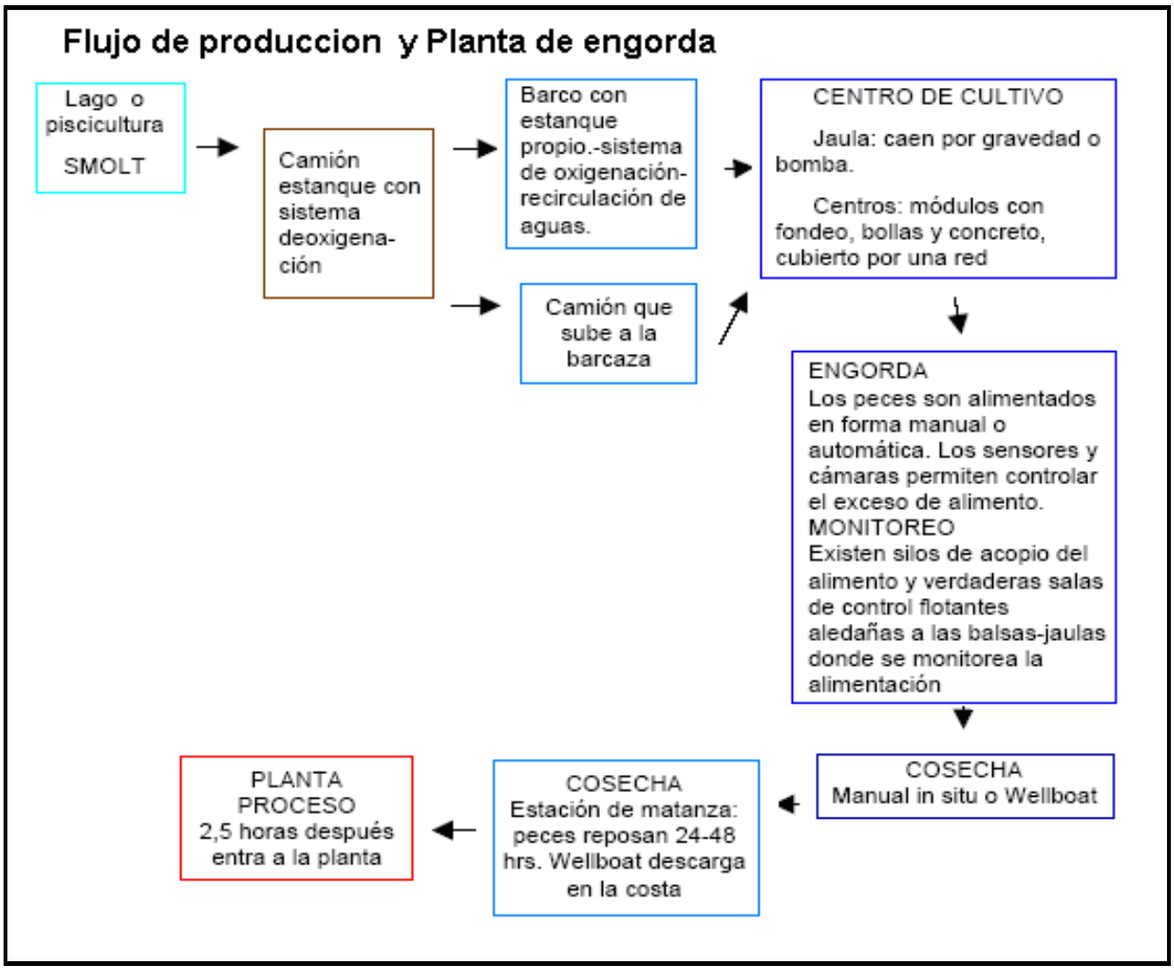
Las tres etapas comprenden actividades industriales diferentes lo que supone una constante relación entre unidades y/o empresas y la consiguiente sinergia interempresarial. La piscicultura, con su actividad biotecnológica del Hatchery, produce los insumos —ovas, alevines y smolts— para los planteles de engorda. Estos a su vez, entregan la materia prima —truchas y salmones cosechado— a las plantas procesadoras. En cada una de estas fases intervienen empresas proveedoras de bienes y servicios, instituciones de apoyo y una logística específica para el transporte terrestre y marítimo. En la figura 1.9 se aprecia una representación grafica de las tres etapas del proceso productivo.

Figura 1.9 Etapas del proceso productivo



En el esquema 1.10 se muestra un resumen de cada etapa de producción y de engorda del salmón y trucha cultivado en Chile.

Figura 1.10 Esquema del flujo de producción y planta de engorda



3 Métodos de Cosecha

Existen múltiples formas y mecanismos para realizar la cosecha de salmones en engorda, desde sus formas más básicas hasta las de mayor complejidad. Su objetivo es mejorar la productividad y la calidad final del producto en una relación costo-beneficio.

Las formas de cosechar y seleccionar los peces varían principalmente según la especie en cultivo, pero básicamente la cosecha consta de la extracción del pez, anestesiado, desangrado, almacenaje y transporte.

3.1-Aviso previo de cosecha: Días de ayuno

En la práctica, la extracción de los salmones de su cautiverio coincide con su muerte (sólo así abandonan la jaula en grupo). Los salmones reciben un aviso previo, que les anuncia (si es que efectivamente pudiesen darse cuenta) que ese momento está cerca. Se trata de la suspensión del alimento, experimentando un ayuno previo que va desde 24 horas hasta 5 ó 6 días (la tendencia en la industria salmonera chilena es de 2 a 3 días en el verano y de 6 días en el invierno). La figura 1.11 muestra un alimentador automático de salmón el cual se encuentra desconectado de las líneas de alimentación días antes de la cosecha.

Figura 1.11 Alimentador automático de salmón

Durante este período de abstinencia alimenticia el organismo de los peces experimenta las consecuencias. Se moviliza grasa intestinal limpiando el tracto digestivo - se dice que en 48 horas está completamente limpio- lo que favorece el color y la limpieza en el proceso siguiente.

Respecto al ayuno, Patagonia Travelling Service, una de las más importantes empresas de transporte y cosecha de salmones, señala que la pérdida productiva es mínima, considerando que

en función de la temperatura del agua, los peces tardarán varios días en pasar el alimento a masa muscular; en consecuencia, la detención del crecimiento se verificaría varios días posterior a iniciado el ayuno.

Así, se establece que el proceso de ayuno previo mejora la textura a la carne y la protege de la contaminación bacteriana, que puede proceder de restos del contenido intestinal o fecas, durante el faenamiento. Sólo luego de ello un salmón adulto está listo para la cosecha y mejor preparado para el estrés que ello le genera.

3.2-Cosecha en el centro

Si la "cosecha" ocurre en el mismo centro de cultivo, ésta se inicia levantando las mallas y separando los peces por tamaño, con el objeto de reunir los que serán extraídos. Esta práctica debe ser rápida y cuidadosa. Luego generalmente opera una bomba elevadora que los deposita en el quechon (aro de acero inoxidable que tiene un copo hecho de red; cuando tiene sólo red es seco, y si tiene lona es húmedo. Se maneja con una grúa); así son colocados en tinas de adormecimiento con CO_2 (figura 1.12 Tinas de adormecimiento) y luego - en algunos casos- se usan noqueadores que permiten que el pez no oponga resistencia al corte de agallas.

Figura 1.12 Tinas de adormecimiento

Existe la posibilidad de que los peces adormecidos enfrenten - en sus últimos momentos- a una máquina que les corta las agallas (no obstante la calibración de esta cortadora a los diferentes tamaños de cabeza es muy difícil), sin embargo lo tradicional es que el corte de agallas se efectúe manualmente.

Los segundos finales en la vida de un salmón que ha crecido en cautiverio transcurren mientras experimenta el proceso de desangrado. Esta etapa puede ocurrir en una estructura denominada chiller o "tornillo contra corriente" en la cual el pez nada contra una corriente de

agua enriquecida de oxígeno, siendo empujado por los bordes de un tornillo gigante que gira haciéndolo avanzar y respirar más rápido, en cada respiración pierde sangre por el corte de agallas y termina completamente desangrado a su salida de ese tornillo. No obstante, el más usado en el desangre es el bins con hielo en escama, pues el salmón es depositado allí mientras ocurre el desangrado permitiendo que la sangre sea transportada hasta la planta. Conveniente resulta señalar que especialistas en la materia aseguraron que en la industria salmonera chilena aún existe un número significativo de empresas que en los centros de cultivo sacan a los peces del agua con quechuas (pequeñas y manuales), los matan mediante golpes y les cortan las agallas con los dedos.

En general, todos los especialistas señalan que uno de los factores más importantes en la calidad final del producto a exportar es la cosecha, ya que la realización de una mala matanza incide en la calidad tanto externa como interna del pez.

"Cosechas mal realizadas producen pérdidas de escamas, hematomas, manchas de contacto, desangres incompletos (cortes muy grandes, imperfecciones del corte de agallas, etc.), combinados a un aumento de la temperatura del pez, producto de transportes muy extensos o mala calidad del hielo, hacen que la calidad final del producto a elaborar en planta se vea disminuida. Lo cual incide directamente en el valor monetario de éste".

Lo señalado anteriormente es muy usual en la cosecha nocturna en los Centros de Cultivo, la que presenta mayores riesgos por la rapidez de la faena. Además, en todo el proceso de cosecha efectuado en los Centros de Cultivo (diurno o nocturno) generalmente la supervisión no es óptima; es posible - por ejemplo- que el trabajo con kilos excesivos en los quechones provoque la caída de peces al piso, los que comúnmente son recogidos y devueltos al bins, o que no exista mucho cuidado con las aguas que se utilizan pues nunca los sistemas son tan cerrados como para captar toda el agua sangre. Las irregularidades y riesgos son obviamente mayores cuando -según los entendidos, producto de un mercado que en Chile está poco regulado y a menudo mal supervisado- las empresas productoras (generalmente las más pequeñas) abaratan costos no evaluando el impacto final.

3.3-Traslado con Wellboats

El particular recorrido por los últimos momentos de vida de un salmón cultivado en el sur del mundo, permite verificar una de las grandes innovaciones de la industria salmonera chilena y que hoy es parte de los principales elementos que la diferencian de otros despliegues salmonicultores en el mundo, es la instalación de plantas de proceso cercanas del mar, lo que apresura la entrada del salmón a la línea de procesamiento final.

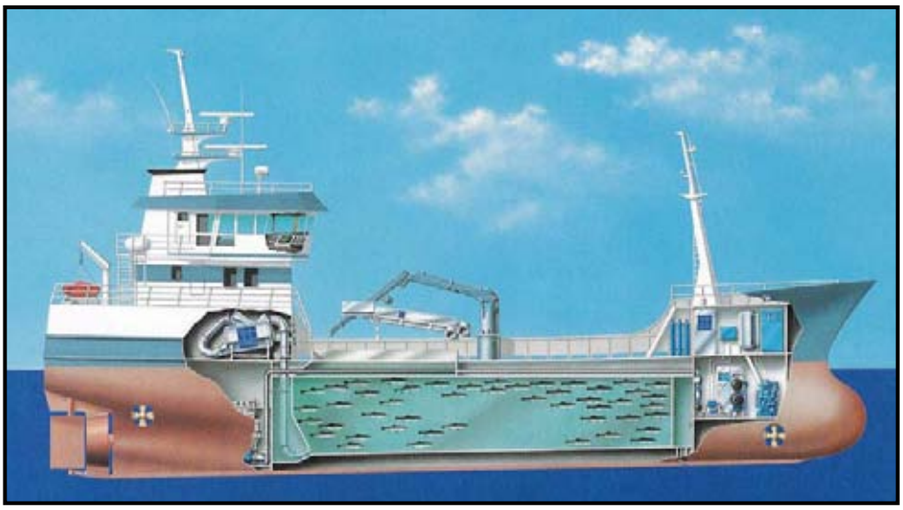
Este progreso de los salmoneros chilenos (que sigue la lógica que indica que las etapas de cosecha y proceso deben estar muy próximas para asegurar la frescura del producto final que llega a los consumidores) ha significado que hoy, en la práctica, aquellas compañías que sí cuentan con Plantas (figura 1.13 planta de proceso y centro de acopio, empresas fiordos en Quellón X región) al lado del mar tengan una ventaja comparativa y competitiva, pues cuentan con centros de acopio de salmones vivos y salmoductos especialmente construidos para permitir un abastecimiento constante de la línea de proceso interna.

Figura 1.13 Centro de acopio y Planta de proceso Empresa Fiordos, Quellón.

Es necesario recalcar que la forma de matanza, ya sea en el centro de cultivo o en el centro de acopio, es similar; las diferencias se producen en los tiempos de llegada a la línea de proceso (planta). Por ello han adquirido especial importancia en todo el trabajo previo los wellboats (Figura 1.14), embarcaciones con tecnología asociada que ofrecen la posibilidad de trasladar vivos a los salmones desde el centro de cultivo hasta centros de acopio próximos a la ciudad y a las plantas de proceso.

Corresponde señalar además que un wellboat no cosecha, pues esto finalmente ocurre en el centro de acopio en el cual descansan los peces luego del viaje efectuado a bordo de dicha embarcación.

Figura 1.14 Traslado de peces en Wellboat



Los expertos coinciden en señalar que es importante que los peces no sean manipulados en los días previos a su viaje hasta el centro de acopio, esto les ayuda a enfrentar en mejor forma un viaje que será a altas densidades y no exento de stress. En este contexto, las características y perfomance del wellboat utilizado en el transporte será incidente en el resultado de la operación.

Como lo indica la figura 1.15, el proceso de cosecha de peces vivos comienza con el ayuno previo de los peces, luego la carga en los wellboat, el transporte y por último la descarga en un centro de acopio o vivero flotante, donde los peces permanecen a lo menos un día antes de la faena.

Al hacer una clasificación general de los wellboat, se identifican ex - pesqueros transformados a wellboat que operan con circuito abierto, como las naves Chacabuco, Patagones I y II (figura 1.16), Magdalena, entre otros. En esta misma categoría pero con operación de circuito mixto están las naves Ana Cristina y John Finsson, que tienen capacidad de enfriar el agua de sus bodegas.

Figura 1.15 Etapas del proceso de cosecha de peces vivos

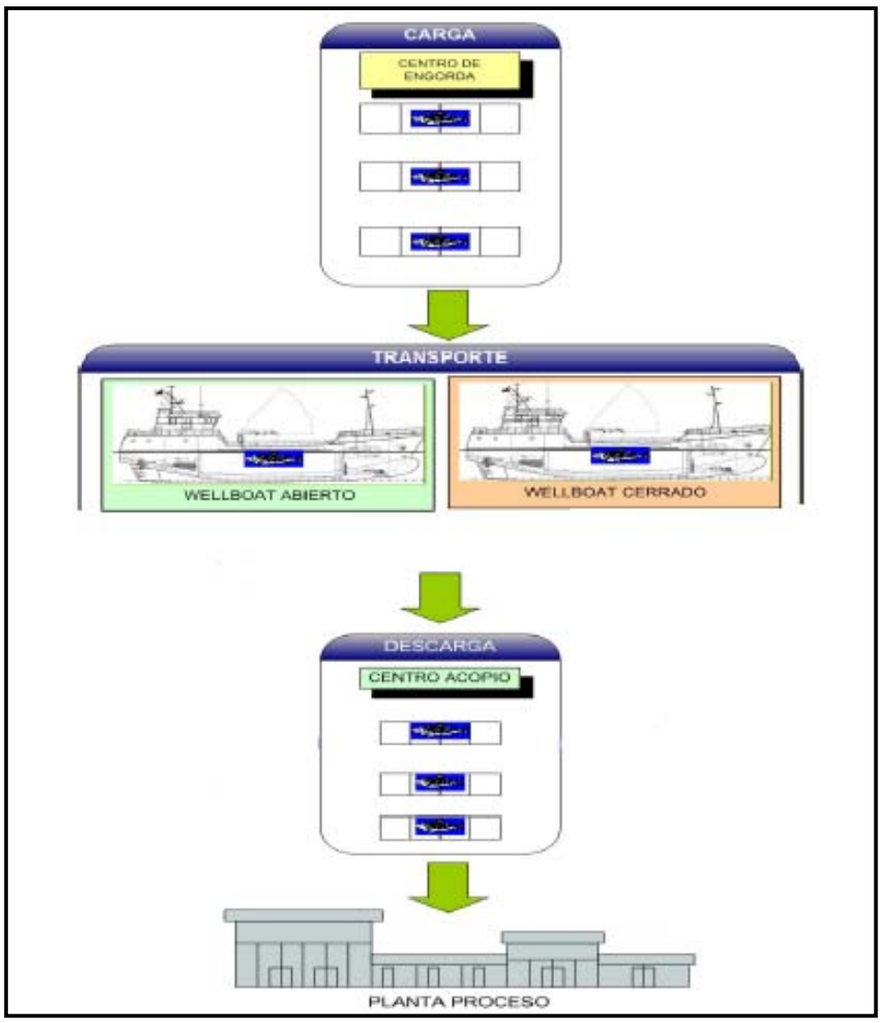


Figura 1.16 Pesquero transformado a wellboat, Patagon II

Finalmente están los wellboats de última generación entre los que se cuentan los Patagones III (Figura 1.17), IV y V, Antonio C y Río Dulce, que es un wellboat Noruego reacondicionado en Chile, y el Seivag que es el wellboat con mayor capacidad disponible en la industria (780 m3); estas naves realizan la carga y descarga por vacío - sobrepresión de sus bodegas y operan con circuito abierto, permitiendo que los peces naden libremente contra la corriente generada en las bodegas producto del avance de la nave.

Figura 1.17 Wellboat Patagon III en faena de carga

Este sistema de cosecha viva se proyecta muy fuerte en la industria nacional y sigue la tendencia de empresas noruegas donde se desarrolló esta técnica innovadora. Utilizando embarcaciones originalmente pesqueras refaccionadas para el traslado de peces vivos de cosecha, este sistema tiene grandes ventajas respecto de los sistemas tradicionales, principalmente en como influye en la calidad del producto final, además de hacer el proceso de cosecha más sencillo y rápido, permitiendo el traslado sin problemas de los peces desde centros muy aislados como son los centros de la XI Región.

3.4- Ventajas y desventajas de cosecha tradicional y cosecha con wellboat

En relación con las ventajas y desventajas potenciales comparativas de realizar cosecha viva (con wellboat) respecto a la cosecha tradicional, se podría mencionar lo siguiente:

Cosecha Tradicional

Ventajas	**Desventajas**
- Bajo costo - Requiere personal de poca capacitación - Bajo nivel de riesgo sanitario y ambiental para centros distantes - No se mueve agua en grandes distancias: bajo riesgo de transporte de patógenos y otros (marea roja)	- Menor calidad del producto - Aumenta riesgos sanitarios y ambientales en el centro - Mayor estrés a los peces cosechados y a los otros peces que quedan en el centro - Mayor tiempo en labores - Depende de condiciones climáticas favorables

Cosecha con Wellboat

Ventajas	**Desventajas**
- Calidad del producto - Disminuye riesgos sanitarios y ambientales en el centro - Disminuye tiempos de cosecha - Mejora el producto y su calidad - Es independiente de condiciones climáticas favorables	- Alto costo -Aumenta riesgos sanitarios y ambientales en otros centros distantes - Requiere una alta capacitación en el personal - Requiere monitoreo de peces (CO_2, O_2, Temperatura, etc.)

Comparando los dos tipos de cosecha se podrían adicionar algunas otras particularidades de cada sistema en cada etapa de la cosecha:

a) Etapa 1: Salida de los peces desde jaula en centro de cultivo:

• **Cosecha tradicional** (figura 1.18)

I Debe disponerse una cuadrilla de cosecha de aproximadamente de 10 personas, dependiendo del volumen de peces a cosechar.

II. Cosecha de 15.000 unidades, duraría aproximadamente 18 horas en el centro de producción.

III. Aumenta el nivel de estrés en los peces cosechados y en los otros peces del centro.

IV. Inminente peligro de derrames de agua sangre, lubricantes etc., especialmente en condiciones climáticas adversas.

V. Proceso variable y dependiente de la calidad del personal y condiciones climáticas.

Figura 1.18 Cosecha de salmones en centro de cultivo

• Cosecha con wellboat

I Requiere menor cantidad de personal para realizar la carga. (Figura 1.19) solo dos operarios para realizar carga)

II. Carga de 15.000 unidades demoraría aproximadamente 2 horas en centro de cultivo.

III. Por el corto tiempo, se produce un mínimo estrés en los peces que son cargados y ninguno a otros peces en la crianza.

IV. Disminuirían los derrames al medio, no hay eliminación de sangre al medio.

V. Proceso estándar repetible, baja dependencia de personal y condiciones climáticas.

Figura 1.19 Carga de Salmones en Wellboat

b) Etapa 2: Transporte de peces desde el centro de cultivo a Planta o Centro Acopio:

- **Cosecha tradicional**

I Calidad afectada por factores como la temperatura, el roce, y rigor mortis.

II. Riesgos de deterioro por atraso, escaso control de pérdidas.

III. Escurrimiento de agua sangre desde nave por abatimiento.

IV. Baja calificación de la tripulación.

V. Gran movimiento de recipientes o bins y materiales que pueden transformarse en potenciales vectores de enfermedades.

- **Cosecha con wellboat**

I Mejora en la calidad del producto final.

II. Autonomía en caso de atraso por temporal, bajo riesgo de pérdidas.

III. No hay escurrimiento de agua sangre, y debido al ayuno, escasa descarga metabólica en el medio.

IV. Tripulación de mayor calificación y especialización.

c) Etapa 3: Al arribo a Puerto o Centro de Acopio (vivero)

- **Cosecha tradicional**

I Gran número de lugares de destino, presenta dificultades en la fiscalización.

II. Posibles pérdidas en calidad por acción mecánica en los recipientes (bins) y demoras en las operaciones.

III. Gran riesgo de pérdidas por dificultades en la fiscalización en terreno.

IV. Escaso control procedimiento de aseo y desinfección de la nave.

- **Cosecha con wellboat**

I. Un solo destino, accesible y de fácil fiscalización y control. (figura 1.20 proceso de descarga con wellboat en centro de acopio)

II. Descarga rápida, aproximadamente 45minutos para 15.000 unidades, mínima logística y muy bajo riesgo de pérdidas.

III. Fácil control de procedimiento de aseo y desinfección de la nave.

Figura 1.20 Descarga con wellboat en centro de acopio.

d) Etapa 4: Proceso de Matanza

• **Cosecha tradicional**

I. Se hace en el medio marino.

II. No hay procedimientos FIFO (first in- first out).

III. Sedación de los peces por múltiples métodos, desde golpe hasta sistema de asfixia con CO_2.

IV. Sistemas no permiten un buen desangrado.

V. Largos períodos de tiempo entre la matanza y el inicio de proceso en planta, posibles problemas de coordinación entre actividades.

• **Cosecha con wellboat**

I. Los peces se reciben vivos en tierra, no hay sangre en el mar.

II. Posibilidad de utilizar sistema FIFO (first in- first out). (figura 1.21 sistemas de matanza en tierra y producto final)

III. Fácil control y fiscalización de todo el procedimiento.

IV. Disminución de tiempo entre matanza y planta de proceso, desarrollándose el proceso en línea.

V. Concentra toda la actividad en un solo punto, fácil control.

Figura 2.21 Sistemas de matanza y producto final

3.5- Avances y tendencias en cosechas

Contar con la planta y centro de matanza en el mismo lugar, si la matanza es bien realizada, es lo ideal. Pero ello no es excluyente que la planta se encuentre en plena ciudad, ya que luego de realizar la matanza en tierra cerca del centro de acopio y realizando un buen transporte (buena calidad del hielo, un número no excesivo de peces por bins) y con un transporte no muy prolongado (llegar antes del rigor mortis) no implicaría una pérdida de calidad final del producto.

Se puede concluir que la tendencia es que los salmones cultivados en la industria chilena pasen sus últimos momentos viajando vivos al interior de un wellboat hasta los centros de acopio, que allí reposen al menos cuatro o cinco días, que su estrés se disminuya a través de la utilización del frío para adormecerlos previo al corte de agallas; a la utilización de bombas para los movimientos de peces, utilización de tornillos con agua altamente oxigenada para el mejor desangre o, lo más nuevo, el desangre vertical (como lo realizado en Agroindustrial Santa Cruz, siendo la última tecnología en esta materia la plataforma de drenado o desangre vertical en seco -el salmón se desangra depositado verticalmente en verdaderos conos plásticos colocados en una cinta transportadora- desarrollada por C-flow y que en estos momentos está siendo ofrecida a la industria chilena). Lo más nuevo es que la sangre de los salmones está siendo recuperada y reprocesada para su uso en avances en la industria farmacéutica (como curiosidad, los especialistas afirman que la composición de la sangre de los salmones es casi igual a la de los seres humanos). Así se afirma categóricamente que todo lo que se puede ganar en una buena cosecha se puede perder en el proceso.

4 Flota actual de wellboats

4.1-Aspectos generales

Con el crecimiento de la industria salmonicultora, y su extensión a diversas y más lejanas áreas geográficas del país, considerando aún como centro principal de producción la zona que va desde el estuario de Reloncaví hasta Chiloé, el transporte de peces, alimento, redes e insumos se ha visto incrementado fuertemente y ha tomado especial relevancia la vía marítima.

Para esto se ha utilizado principalmente barcos de mediano tamaño, a los cuales se les ha adaptado bajo la cubierta, uno o más estanques para contener agua, con capacidad variable, denominados wellboat. Otros con mayor tecnología y especialmente diseñados o bien acondicionados para la cosecha viva, han sido importados directamente por grandes empresas como Patagonia Travelling Service (figura 1.22 embarcaciones patagón IV y V), Compañía Pesquera Camanchaca y Marine Harvest. La mayor parte de las embarcaciones que transportan peces vivos en el país, prestan también servicios a otras empresas (generalmente a más de una). El 100 % de los wellboat operativos hacen traslados de peces vivos de cosecha y de smolts. Solamente las embarcaciones menos especializadas desde el punto de vista de diseño inicial (acondicionadas) dedican parte del tiempo a transportar otra carga diferente a peces vivos, que generalmente son objetos tales como redes, alimentos y artículos en general.

Figura 1.22 Wellboats Patagón IV y V pertenecientes empresa Patagonia Travelling service

Las empresas salmoneras hoy recurren mayoritariamente a empresas de servicio y no invierten en sus propias embarcaciones, punto importante a ser evaluado, ya que a nivel nacional esto ha significado que la propiedad de los wellboat se concentre en pocas de empresas.

Una característica del servicio de wellboat es la amplia diversidad de tipos de embarcaciones, de desarrollo tecnológico en estas y del tipo de servicio prestado a las empresas. Es importante destacar que el trabajo de transporte de peces vivos vía marítima, puede realizarse

directamente como una estructura más al interior de una empresa salmonicultora o bien a través de empresas prestadoras de servicio a empresas salmonicultoras.

4.2- Transporte de peces vivos

Obviamente, en una región salmonicultora de carácter insular, las ventajas de este tipo de transporte son numerosas. Por ello, para labores de cosecha viva de peces han tomado gran relevancia los wellboat o barcos con estanque. Sin embargo, es muy importante no olvidar posibles desventajas asociadas al aumento de riesgos sanitarios y medio ambientales fuera del área del centro de cultivo, ya que los wellboat eventualmente podrían cargarse con agua y peces de diversos orígenes y estados de desarrollo

En contraste con lo anterior, se suelen señalar una serie de beneficios para las empresas al utilizar el transporte de peces con wellboat, ya que entre otras, disminuiría el riesgo sanitario en el centro y su área, al no tener que sacrificar y desangrar a los peces en los centros de producción, se aumentaría la vida útil de producto al poder procesarlo inmediatamente después de sacrificarlos, no teniendo que esperar las largas horas de transporte terrestre de peces muertos en recipientes con hielo, sería posible manejar de manera más eficiente la cadena de frío, lo que en definitiva también se traduciría en costos menores de producción.

Además, en wellboat se puede transportar smolts a centros de engorda, transferir peces entre centros, transportar reproductores y transportar peces para cosecha.

4.3-. Descripción y clasificación de wellboats

Básicamente un wellboat es una embarcación que permite transportar el salmón vivo gracias a un sistema de circulación de agua, de esta forma la cosecha llega en óptimo estado a las plantas faenadoras y se evita trasladar al salmón muerto desde el centro de cultivo, agregando un valor comercial al producto final.

Una definición más simple indica que un wellboat es una embarcación con uno o más estanques, capaz de transportar peces vivos (figura 1.23 bodega de wellboat cargada con salmones). En chile el 85% de las embarcaciones posee dos estanques o bodegas de carga para transportar peces vivos. El otro 15% posee más de 4 estanques.

Figura 1.23 Bodega de wellboat con salmones

Con respecto al ítem transporte de biomasa total, podemos señalar que las capacidades de carga de biomasa total en las embarcaciones tipo wellboat operativas en el país, no están dadas por el número de estanques o bodegas que posean, sino más bien, por las densidades de carga de peces que utilicen en dichos estanques; y esto a su vez depende del tipo de sistema de circulación de agua con el que esté equipado el wellboat (abierto o mixto).

En general, las capacidades de transporte varían en Chile, entre 30 a 105 toneladas de biomasa. El tamaño de estas embarcaciones en el país, oscila entre los 25 y 45 metros de eslora, teniendo como parámetro de diseño la capacidad de carga ya que esta debe ser suficiente para satisfacer al menos un centro de cultivo. Esta referencia es bastante relativa y dependerá directamente de la empresa en cuestión, ya que un centro de cultivo puede estar compuesto por 25 a 30 balsas jaulas.

En Chile, el 26% son barcos acondicionados (reacondicionados) para cumplir con el servicio de transporte de peces, y el 84% de éstos son diseñados y construidos específicamente para estos fines. Además, la mayoría de los barcos operativos tiene un sistema abierto de circulación de agua en los estanques donde se transportan los peces, los que a diferencia de los que poseen sistema mixto (abierto y cerrado), no cuentan con sistemas de tratamiento ni de enfriamiento de agua.

La diferencia en la densidad de transporte de peces vivos, cambia según sea el sistema de circulación de agua de la embarcación. Esta diferencia, podría explicarse ya que aquellos wellboat de tipo mixto, al funcionar con la alternativa de sistema cerrado, pueden mantener una mayor cantidad de peces por metro cúbico de agua; debido a la posibilidad de disminución de temperatura del agua de los estanques a través de la activación de un sistema de enfriamiento.

Adicionalmente a lo señalado, si se compara el rango entre límites mínimos y máximos de densidades de transporte, se observa claramente que la amplitud para el sistema mixto es alta, lo que está dado precisamente por la posibilidad de operar como abierto (densidad mínima 85 Kg. peces/m^3 agua) o cerrado (densidad máxima 305 Kg. peces/m^3 agua). En cambio este rango es bastante más estrecho para aquellas embarcaciones que operan solamente con sistema abierto de circulación de agua (108 a 129 Kg. peces/m^3).

4.3.1 -Clasificación de Wellboat

Para la clasificación de wellboat, se consideraran los siguientes criterios y factores o variables de cada uno de ellos.

- **Tipo de barco**

1. Acondicionado: reacondicionado para realizar el transporte de peces vivos. (Figura 1.24 wellboat Cacique pesquero acondicionado para el transporte de peces vivos)

2. Construido: barcos construidos específicamente para el transporte de peces vivos.

Figura 1.24 Wellboat Cacique antes Pesquero después Reacondicionado como Wellboat

- **Sistema de Circulación de Agua**

1. Abierto: el agua entra a los estanques y sale en el transcurso del viaje

2. Mixto: el barco cuenta con un sistema doble de circulación de agua, abierto y cerrado. El sistema cerrado consiste en la recirculación de agua con tratamiento,

es decir, la filtración, aplicación de oxígeno, reducción de CO2, eliminación de espuma y enfriamiento del agua.

• **Capacidad de carga**

1. Capacidad de Carga: expresada como la capacidad total de transporte de peces vivos en toneladas.

2. Densidad de Carga: se refiere a la cantidad promedio de peces vivos que se transporta en un metro cúbico de agua en las bodegas o estanques.

• **Sistema de Monitoreo**

1. Gases disueltos
2. Temperatura

• **Tipo de Servicio Prestado**

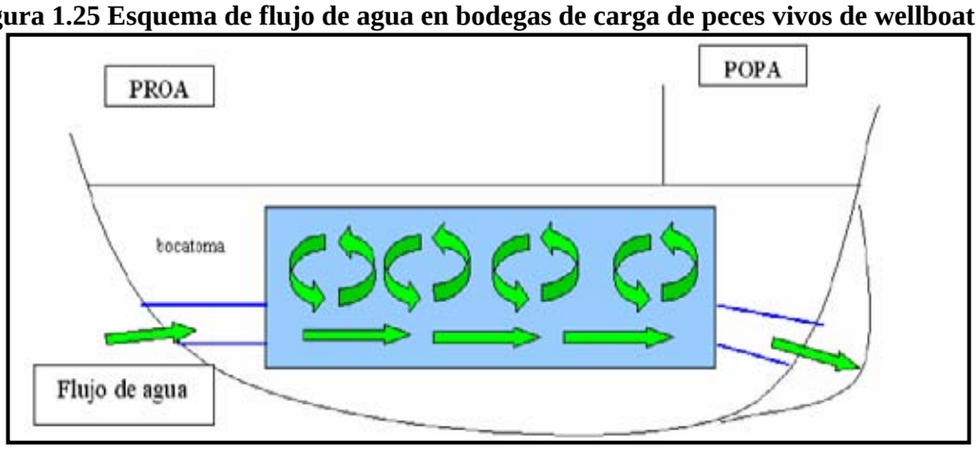
1. Cosecha
2. Transporte Smolt
3. Transporte de Objetos

4.4- Tipos de Wellboats operando en chile

En términos generales en el país se encuentran operando dos tipos de wellboat, esta clasificación se basa en el sistema de renovación de agua en los estanques.

En los wellboat con sistema abierto, el agua de mar circula desde el punto de entrada ubicado en la proa hacia los estanques y luego a una salida ubicada en la popa del barco, el agua de los estanques es renovada en promedio 4 a 6 veces en una hora. En la figura 1.25 se ve un esquema del flujo de agua dentro de las bodegas de un wellboat abierto.

Figura 1.25 Esquema de flujo de agua en bodegas de carga de peces vivos de wellboat abierto

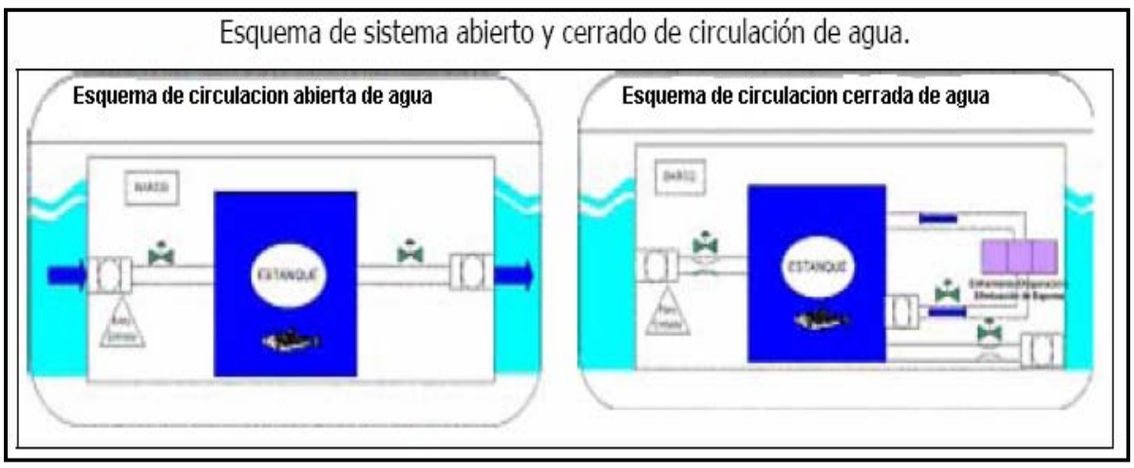


En los sistema mixtos, como fue explicado anteriormente, su circulación de agua es abierta y cerrada (figura 1.26 esquema de circulación de agua abierto y cerrado), la diferencia con el sistema abierto es que el cerrado cuenta con un sistema de enfriamiento de agua lo cual provoca que los peces disminuyan su temperatura corporal, ya que son poiquilotermo (igualan su temperatura a la del medio), y esto hace que sean menos activos durante el traslado. En la 1.5 se presentan parámetros de operación entre los wellboat abiertos y cerrados.

Tabla 1.5 Parámetros operacionales para wellboat cerrado y abierto

Parámetros	Abiertos	Cerrados
Circulación de agua de estanques durante el transporte de peces	Si	No
Enfriamiento de agua	No	Si
Promedio de Biomasa transportada (Kg/m3)	111	350
Monitoreo de oxígeno, pH y temperatura durante el transporte	Si	Si
Incorporación de oxígeno en los estanques	Si	Si
Recirculación de agua con tratamiento (eliminación de CO2 y espuma)	Si	Si
Promedio capacidad total de agua en estanques de transporte (m3)	500	300

Figura 1.26 Esquema de circulación de agua en bodegas para wellboat cerrados y abierto



4.5-Ventajas Sanitarias y Ambientales

Los wellboats son una alternativa a otro tipo de embarcaciones de transporte, fundamentalmente las barcazas planas. Con estas, la cosecha y matanza se hace en los centros de cultivo, donde está el resto de la población de peces en crecimiento, lo cual implica una preocupación adicional por el control de desechos y la higiene del proceso.

«Ese es un aspecto fundamental en la decisión de los salmonicultores de cambiar su sistema de cosecha mediante el uso de wellboats, en el que nunca más se botará una gota de sangre en sus cultivos y que la operación de carga y despacho es de entre 45 minutos o 1 hora. Esa misma operación le toma una jornada completa a un centro de cultivo con los sistemas tradicionales».

El sacrificio del pez se hace en un centro de acopio lo cual facilita los procesos de fiscalización del cumplimiento de normas ambientales. Como todo está en el mismo lugar, los procesos pueden ser controlados y perfeccionados, en la figura 1.27 se aprecia los diferentes controles y fiscalizaciones que se les realizan a los salmones a lo largo de su producción. Además, se aproxima el momento de muerte del pez al punto de inicio del proceso de producción.

Figura 1.27 Controles y fiscalizaciones de los salmones durante su producción en cautiverio.

4.6-Su eficiencia genera rentabilidad

«Este sistema de cosecha es más eficiente y finalmente más barato que el sistema tradicional. En primera línea, el costo por kilo usando wellboat y centro de acopio es más caro. Pero al asegurar estos sistemas que el abastecimiento de materia prima es continuo y al entregar una calidad de informaciones sobre los peces transportados, la capacidad que tiene de reaccionar una empresa frente a una baja del mercado o a un aumento de la demanda, la transforma en una empresa flexible y con una capacidad de respuesta extraordinaria».

4.7-Utilización de wellboats en Chile

Existen voces que afirman que la industria de los wellboats de Noruega (país que los utiliza en el 97 a 98% de las cosechas) tendría la intención de marcar una fuerte presencia en Chile, sin embargo, existen impedimentos legales que deben ser resueltos previo a iniciar operaciones en Chile, dos de estos impedimentos son; el primero tiene relación con que las naves tienen que operar en forma conjunta con centros de acopio y éstos deben desarrollarse, pero el marco legal para la operación de estos centros no está definido lo que provoca riesgo para los inversionistas. La segunda razón se relaciona con la internalización en cada empresa de los beneficios que se obtiene al desarrollar esta modalidad y aplicar los cambios logísticos que se requieren. Asimismo, en materia de tripulaciones, las diferencias de normativa hacen que en Chile se opere con dotaciones de 7 o más personas, en tanto que en Noruega lo tradicional son 3 o 4 tripulantes, por lo que las naves deben ser transformadas para ampliar la habitabilidad.

En Chile, la cosecha con utilización de wellboats se estima actualmente entre un 20% y un 25 %, cifra que va en rápido aumento y que se estima llegará a sobre un 70 % de la cosecha en los próximos 5 años, con importantes empresas que declaran su decisión de migrar el 100 % de su cosecha a esta tecnología.

4.8-Flota actual de wellboat

Actualmente en chile están operando 27 embarcaciones registradas como nave especial tipo wellboat, de estas solo 20 fueron construidas como wellboat, las 7 restantes son pesqueros transformados para el traslado de peces vivos, entre estos esta el Patogon I el cual tiene incorporado un sistema c-flow (figura 1.28) para la selección de peces por tamaño permitiendo, además de cosechar, clasificar peces de diferentes tamaños. A continuación se presenta en el cuadro con las características de cada embarcación.

Figura 1.28 Seleccionador de peces instalado Wellboat Patagon I

Nombre	Eslora (m)	Manga (m)	Calado max. (m)	Construcción	Circulación de agua	Arqueo Bruto	Propietario
Alcántara (Figura 1.29)	48.55	8	5.3	Transformado	Abierto	596	Alimar S.A.
Ana Cristina	41.36	7.34	3.11	Wellboat	Mixto	330.14	Compañía pesquera canmanchaca
Ballesta	S/i	7	S/i	Wellboat	Abierto	133	Servicios marinos S.A
Cacique	51.6	10.4	5.91	Transformado	Abierto	S/i	Alimar S.A
Chacabuco III	43	7	4	Transformado	Abierto	425	Servicios marinos S.A
Don Antonio C (Figura 1.30)	40	11	4.85	Wellboat	Abierto	660	Pesca chile
Haugagut	52.97	9.52	5.74	Wellboat	Abierto	782.2	Pesquera del cabo
Hueñocoihue I	21	6	S/i	Wellboat	Abierto	125	Carlos Mancilla – Jose Oyarzun
Inger Hildur	46	8.24	4	Wellboat	Abierto	438	Servicios marinos S.A
Ivar Señor	40.95	7	S/i	Wellboat	Abierto	333	Naviera Breaktasd S.A
Julieta	58.5	13.5	2.1	Wellboat	Abierto	612	Detroit Chile
Jon Finnsson	43.7	7.46	S/i	Transformado	Mixto	536.72	Marine Harvest
Magdalena	S/i	9.5	5.7	Wellboat	Abierto	567.8	Salmo proceso S.A
Oddegur	32.16	9	4.65	Wellboat	Abierto	435	Detroit Chile
Orca Yagan (Figura 1.31)	31.75	8	4.98	Wellboat	Abierto	354	Banco Bice
Patagon I	34.95	8	4	Transformado	Abierto	240	Patagonia Travelling Service
Patagon II	39.05	8	4.15	Transformado	Abierto	236.46	Patagonia Travelling Service
Patagon III	41.64	8.6	4.95	Wellboat	Abierto	509	Patagonia Travelling Service
Patagon IV (Figura 1.32)	45.9	10	4	Wellboat	Abierto	644	Patagonia Travelling Service
Patagon V	S/i	10	4	Wellboat	Abierto	728	Patagonia Travelling Service
Rio Bueno I	S/i	S/i	S/i	Wellboat	Abierto	S/i	S/i
Rio Dulce	32.14	8	S/i	Wellboat	Abierto	345	Corp Banca
Ronia	S/i	S/i	S/i	Wellboat	Abierto	S/i	Ronia transporte limitada
Seiko	42	8	5	Transformado	Abierto	S/i	Alimar S.A
Seivag	46.45	9	S/i	Wellboat	Abierto	650	Cpt empresa maritima
Seifjord	48.31	10	6.4	Wellboat	Abierto	S/i	Cpt empresa maritima
Thor (Figura 1.33)	45.56	12	S/i	Wellboat	Abierto	S/i	Detroit Chile

Fuente Registro de naves Armada de chile **s/i - sin informacion**

Figura 1.29 Wellboat Alcántara

Figura 1.30 Wellboat Don Antonio C

Figura 1.31 Wellboat Orca Yagan

Figura 1.32 Wellboat Patagon IV

Figura 1.33 Wellboat Thor

4.9-Centros de Acopio

En la etapa de descarga, del proceso productivo del Salmón, los wellboats necesitan un centro de descarga o acopio de los peces transportados, para que exista rentabilidad la nave debe realizar la carga y descarga en el menor tiempo posible. Una nave que trae una gran cantidad de peces, debe transferir dicha carga, idealmente, en menos de una hora. Si el objetivo es hacer un proceso en línea, es decir que el pez cosechado pase a la línea de proceso en forma inmediata, debe existir un centro de acopio a corta distancia de la Planta de Proceso (figura 1.34 centro de acopio y planta de proceso Santa Cruz).

Actualmente, entre la costa de Puerto Montt y Abtao, existen dos centros de acopio y seis en la isla de Chiloe. En la tabla 1.6 se enumeran cada uno de estos.

Tabla 1.6 Centros de acopio existentes en Chile

Centro de acopio	Empresa	lugar
Santa cruz	Santa Cruz	Bahía Chinquihue
Bahía Ilque	Patagonia salmon	Bahía Ilque
Caicaen	Marine Harvest	Calbuco
Tejel	Salmones antártica	Canal Dalcahue
Compu	Invertec	Compu
Rio dulce	Fiordos	Quellón
Cheter	Pacific star	Quellón
Teupa	s/i	Chonchi

Figura 1.34 Centro de acopio y Planta de proceso Santa Cruz, Bahía Chinquihue

II Capítulo: Interacción operacional entre wellboats y balsas jaulas

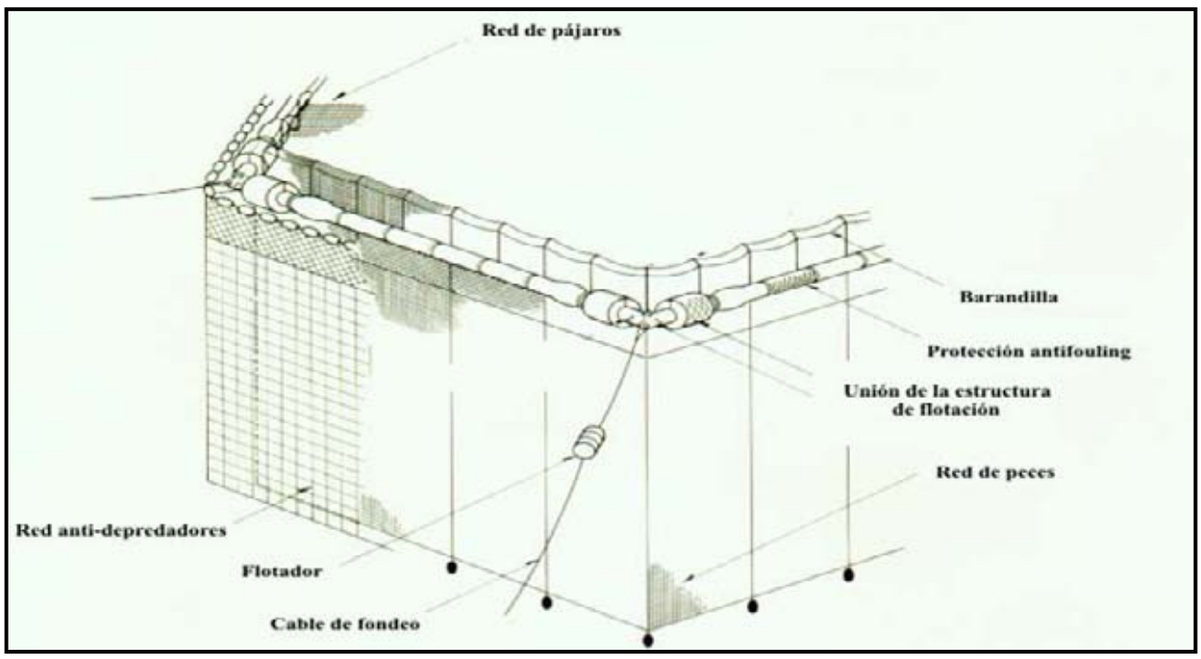
1 Interacción actual

1.1-Cultivo de peces en jaulas

La característica tridimensional que ofrece el medio ambiente acuático para la producción de organismos, favorece enormemente el éxito de la empresa acuicultora, ya que se incrementa la posibilidad de obtener mayores cosechas por unidad de volumen. Para esto, se utilizan contenedores de diferentes medidas, materiales, capacidades, etc., como son los estanques escavados en el suelo, tanques de madera, cemento o fibra de vidrio y jaulas entre otros.

El sistema de jaulas es el más ampliamente empleado en el cultivo de peces marinos en el mundo (figura 2.1 elementos que se utilizan para el cultivo de peces en jaulas). Es relativamente barato y ofrece buenas condiciones de cultivo, proporcionando además a los cultivadores una amplia flexibilidad para expansión de sus producciones.

Figura 2.1 Principales componentes de las balsas jaulas



El cultivo de peces en jaulas es una práctica que no presentó los mismos avances de desarrollo que la agricultura, posiblemente por factores como considerar que los recursos acuáticos eran inagotables y por la apariencia hostil de dicho ecosistema. Existen registros de contenedores tipo trampas o transportadores usados por procesadores en los que mantenían vivos

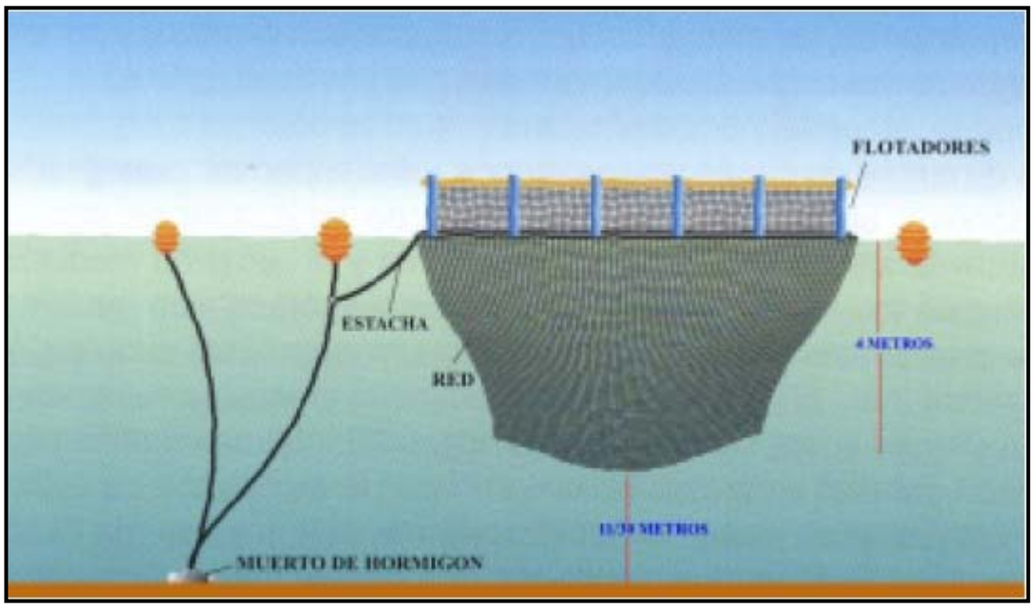
a los animales capturados hasta el lugar de consumo o de venta. Sin embargo, no es sino hasta finales del siglo pasado en Asia, que se reportan las primeras jaulas en las que se confinaban peces por largos períodos de tiempo. Algunas de las principales especies dulceacuícolas cultivadas en jaulas son la trucha, la tilapia, el bagre, la carpa y especies marinas como el salmón, la lobina de mar, el sargo europeo y el jurel. Países como Noruega, Japón, Chile, Canadá, Escocia, Australia, Estados Unidos y Nueva Zelanda, encabezan la lista de productores de peces en jaulas. A pesar de que la acuicultura en jaulas parece ser más sencillo que el manejo de una granja con estanques, existen muchos factores que deben ser celosamente vigilados para llevar a feliz término el cultivo de organismos bajo tal modalidad.

La selección del sitio donde se colocarán las jaulas en de gran importancia. El lugar debe ser bien conocido en relación a la intensidad, variación y dirección de las corrientes, además de la situación legal del mismo. Generalmente los sitios en el mar o esteros seleccionados para el cultivo de peces en jaulas, son zonas cercanas a la costa donde se localizan desarrollos turísticos, lo que genera siempre conflictos por la ocupación del lugar y por la contaminación provocada por alguna de las actividades. Además, la selección del sitio debe considerar los aspectos meteorológicos de la localidad (lluvias, vientos, irradiación solar, humedad y temperatura), factores locales como profundidad y tipo de fondo, mareas, olas (figura 2.2 Movimiento de la jaula provocado por el paso de olas), suplemento de agua, acceso al lugar, y el medio ambiente biológico, que incluye la productividad primaria, niveles tróficos, población natural de otros peces, predadores y posibles organismos que pudieran ser causa de enfermedades para la especie que se desea cultivar.

Figura 2.2 Efecto provocado por olas al pasar sobre la jaula

El diseño de jaulas varía en función de la especie y de los factores anteriormente mencionados. Una balsa jaula, es un verdadero corral marino para peces, en figura 2.3 se muestra el esquema de una jaula con sus elementos que la componen. Posee básicamente un marco sólido flotante, en donde se cuelga una red de cinco caras en forma de paralelepípedo o cilíndrico, una corresponde al fondo. Este marco lo constituyen los pasillos, los que están unidos entre si de diversas formas. Tienen un elemento de flotación, un piso para el transito de personas, y barandas de protección las que a su vez se utilizan para colgar las redes que constituyen la jaula de los peces.

Figura 2.3 Esquema de jaula.



En la actualidad existen las jaulas metálicas y las de plástico, las metálicas pueden ser cuadradas de 15 x 15 mts, 20 x 20 mts o de 30 x 30 mts (Figura 2.4 se muestra en set de balsa jaulas metálicas de 20X20). Las jaulas de plástico circulares pueden ser de 20 mts a 30 mts. de diámetro.

Las jaulas pueden ser flotantes, fijas, semisumergibles o sumergidas; pueden contar o no con una estructura o muelle en el cuál se realizan las actividades de rutina de alimentación y mantenimiento; tanto el tamaño como la forma pueden ser adecuados en relación a consideraciones de mercado; pueden estar conectadas o separadas; se pueden combinar componentes de varios tipos para su construcción buscando flexibilidad ante el embate de olas o corrientes y al mismo tiempo firmeza para que no se destruyan fácilmente; la luz de malla y el material de las redes debe ser lo suficientemente resistente para evitar escapes y depredación submarina o por aves acuáticas.

Figura 2.4 Set de balsas jaulas metálicas de 20X20 metros.

La operatividad y manejo de las jaulas contribuyen considerablemente al éxito del cultivo. Lo anterior implica el ajuste de alimento diario de acuerdo a la densidad de siembra, el conteo regular de animales, la obtención de biometrías, tratamientos profilácticos, monitoreo del agua, limpieza de las unidades de cultivo, cosecha y procesado, es decir todas las labores de rutina que en general van describiendo las condiciones en las que el cultivo se desarrolla. El estudio de la rutina durante algunos ciclos de cultivo facilita las labores en subsecuentes períodos de engorda.

La tendencia en el uso de jaulas para la producción de peces se incrementa notablemente en estos tiempos debido principalmente a razones como la simplicidad en el manejo en comparación con la rutina de una granja y a la reducción de costos operativos, como el bombeo de agua por ejemplo. Sin embargo, una de las principales razones está en el aprovechamiento de las condiciones naturales de cuerpos de agua para el cultivo de peces, lo que asegura y facilita que los organismos alcancen la talla comercial en el tiempo apropiado.

1.2- Tipos de jaulas.

Las jaulas pueden ser clasificadas en estructuras flotantes, sumergidas a media agua o en el fondo, flexibles y rígidas, a continuación se detallan cada una de ellas.

1.2.1- Jaulas flotantes

Este tipo es el más utilizado y existe una enorme variedad de formas y tamaño, por ejemplo circulares de 20 o 30 metros de diámetro (Figura 2.5 jaula circular de 30 metros de diámetro), rectangulares de 15X15 hasta 30X30 metros por lado, octogonales de 12 hasta 30 metros por lado. Algunos diseños pueden girar o rotar para controlar el ensuciamiento provocado por la adherencia de seres vivos. Tienen la ventaja de su fácil inspección y manejo. Tienen en cambio el inconveniente de su fuerte anclaje para resistir las corrientes, su peligro de hundimiento o rotura por efecto de las olas y la necesidad de una estructura que desvíe objetos flotantes que puedan dañar las redes.

Figura 2.5 Jaula circular de 30 metros de diámetro

1.2.2-Jaulas sumergidas:

Estas jaulas disponen de un sistema de inyección de aire para darles flotabilidad y sacarlas a la superficie; los peces sólo pueden ser observados por buceadores o elevando las jaulas; la alimentación se tiene que hacer a través de una tubería. Tienen la ventaja de que no les afectan las olas a partir de cierta profundidad, que no están al alcance de los furtivos y que se pueden colocar en cualquier (de suficiente fondo) incluso sobre canales y rutas de navegación, pero sobre todo en zonas sin contaminación alguna.

La ventaja de su diseño sobre los demás es que su posición, en la columna de agua, puede ser regulada para adaptarse a las condiciones ambientales (figura 2.6 Jaula sumergible sea station). Aunque se han realizado varios diseños de jaulas sumergidas, pocos realmente se han probado e instalado. El cultivo intensivo en jaulas sumergidas está enfocado, fundamentalmente, a especies carnívoras de alto valor. En aguas dulces salmónidos, peces gato y carpas. En ambientes marinos el salmón atlántico, la dorada, la lubina, la seriola y el fletán o halibut. En Marcultura el 40% de la producción mundial se hace en jaulas. En cambio en aguas dulces este tanto por ciento baja hasta el 3 ó el 4.

Figura 2.6 Jaula sumergible sea station

Las jaulas sumergibles se han diseñado por dos razones: resistir las fuertes tormentas y evitar problemas con el hielo. En Japón este tipo de jaulas se utiliza para el cultivo de la seriola y de la dorada negra y roja.

El empleo de unas u otras jaulas obedecerá a razones concretas en cada caso aunque los cultivadores, en general, prefieren las jaulas flotantes.

1.2.3- Jaulas flexibles

Estas se deforman con la acción de las fuerzas ambientales con lo cual los esfuerzos sobre sus componentes son menores, desde el punto de vista de la ingeniería pura, los parámetros más importantes a considerar son las fuerzas debidas a las olas, a las corrientes y a los vientos, sin olvidar los posibles impactos de objetos flotantes. En la estructura flexible y articulada es su propia deformabilidad la que contribuye a la reducción de las fuerzas exteriores. El sistema de fondeo, en este caso, sirve para mantener la forma de la red y también la posición de la instalación. La jaula acompaña a la mar, se deforma en función de las fuerzas existentes, evitando esfuerzos y aceleraciones excesivos.

1.2.4-Jaulas rígidas

Se derivan de la experiencia adquirida en las plataformas petrolíferas *offshore*. Estas suelen ser diseños de grandes instalaciones flotantes, del tipo de las plataformas semisumergibles (figura 2.7 jaula rígidas) o del tipo barcaza, que pueden integrar todas las fases del cultivo, desde la reproducción hasta la elaboración del pez para su comercialización. Las fuerzas más importantes son las de las olas, las corrientes y las del viento dependen de la superficie expuesta. Desde el punto de vista de sus características resistentes, la estructura rígida opone a la acción de las fuerzas exteriores la resistencia global de todos los elementos de la estructura y se mantiene en posición mediante el sistema de fondeo.

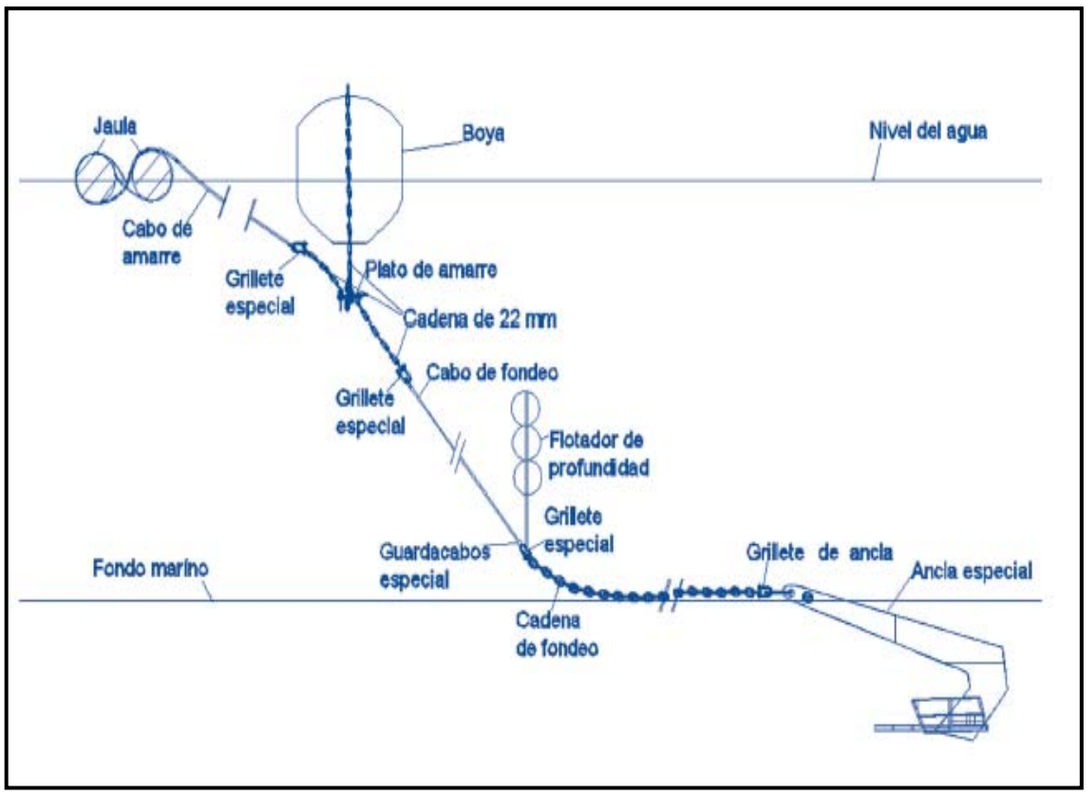
Figura 2.7 Jaula rígida

1.3-Fondeo

Los sistemas de fondeo es una de las partes fundamentales de una instalación acuícola en mar ya que tiene la misión de mantener las jaulas en su posición para evitar que las fuerzas producidas por las olas, corrientes, mareas y viento la saquen de esta y de dar a las redes y estructuras las mayor subsistencia.

Los componentes del sistema de fondeo son básicamente los mismos para un centro y otro, estos son: anclaje, línea de fondeo, boya, flotador de profundidad. En la figura 2.8 se muestra un esquema de los componentes del sistema de fondeo.

Figura 2.8 Elementos del sistema de fondeo



1.3.1-El anclaje

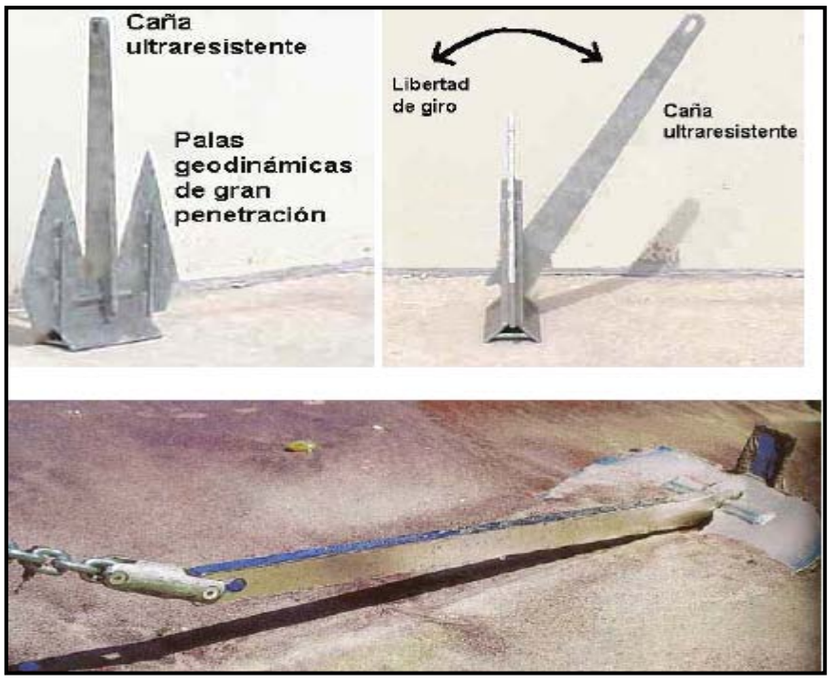
Puede constituirse por muertos de cemento o por anclas, ambos tienen el propósito de dar fijación a la instalación, en el caso de los muertos (figura 2.9) esta fijación se da por gravedad debido a su peso, tienen forma de cubo o cuña, con varios cáncamos de agarre y pesan hasta 12 toneladas.

Figura 2.9 Muertos de cemento

En el caso de las anclas (figura 2.10) están se fijan por agarre al fondo y por gravedad, las más usadas son las de tipo Plough, de hasta 1,5 toneladas, estas son mas fáciles de instalar, tienen menor peso y mayor capacidad para recuperarlas.

En chile se usan como anclaje el muerto debido a que el costo de producirlo es mas barato, además el ancla es un elemento nuevo en la industria que no ha tenido gran desarrollo.

Figura 2.10 Anclas tipo Plough



1.3.2- Líneas de fondeo

Las líneas de fondeo más comunes son cabos y cadenas. Se utiliza una pequeña cadena desde el muerto o ancla hasta la línea de cable para aumentar la efectividad del sistema de anclaje ya que su masa y su forma actuaran como anclaje eficiente y además produce una catenaria más pronunciada en el fondo. La longitud de la cadena no es superior a un tercio de la longitud total de la línea de anclaje, las líneas de fondeo de cadena completas no son utilizadas por su alto costo. En la figura 2.11 se aprecia una línea de fondeo desde la superficie de la jaula.

Los cables son utilizados para unir el flotador de profundidad con el flotador de superficie y además para unir el conjunto de jaulas con la boya, son de materiales plásticos como el poliéster, resistente a la abrasión, luz solar y con baja absorción de agua.

Figura 2.11 Línea de fondeo

1.3.3- Boya de fondeo

Tienen como objetivo evitar el paso de los esfuerzos de la línea de fondeo a la estructura de las jaulas, para amortiguar estos movimientos se disponen una serie boyas, estas aseguran la flotabilidad de los cabos y permite mover las balsas cuando se requiera, sin perder el fondeo.

Las boyas son metálicas o plásticas. Se miden por su capacidad en litros, las más usadas van desde los 1000 a 3000 litros. En la figura 2.12 se muestran boyas, cadena y cabos utilizados para el sistema de fondeo

Entre la boya y el pasillo de la balsa va un tramo generalmente de perlón, entre 1” a 2”, también puede usarse cable, estos tramos varían entre 8 y 14 mts., dependiendo de la ubicación del tramo estos podrán ser dobles a una boya o simple, con pata de gallo en un extremo o en los dos extremos.

Figura 2.12 Boyas, Cadenas y Cabos utilizados para el sistema de fondeo

1.3.4-Flotador de profundidad

El objetivo de este es levantar el extremo de la cadena opuesto al ancla para evitar el roce del fondo con el cabo, actuando de amortiguador de los esfuerzos y tensiones. Además evita la pérdida del fondeo cuando se necesita cambiar las jaulas a otro lugar.

1.3.5- Tipos de fondeo

Existen varios tipos de esquemas y disposición del fondeo, dependen de la cantidad de jaulas, que tipo de jaulas son, dimensiones de estas, profundidad al fondo y su naturaleza, corrientes, vientos predominantes, etc.

Como en chile las jaulas son agrupadas en set o grupos, para el propósito de esta tesis solo se analizara el sistema de fondeo utilizado en un set de jaulas.

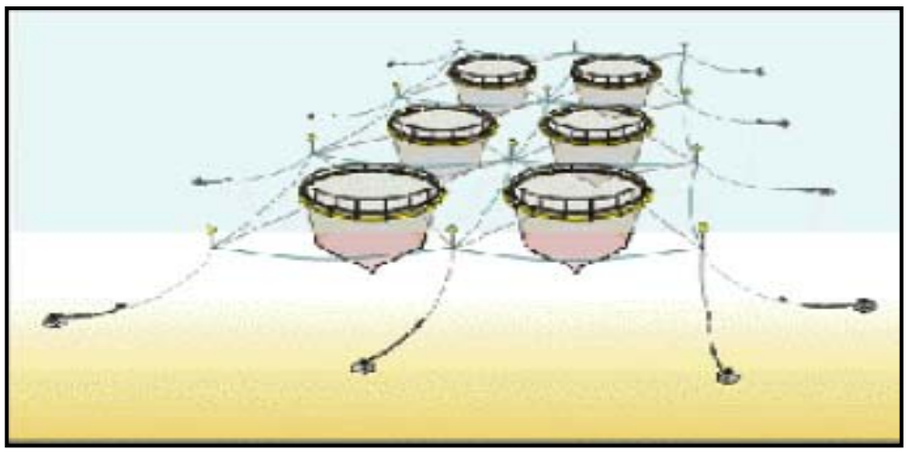
1.3.5.1-Fondeo en grupo

La utilización de un set de jaulas es lo más usado por los salmonicultores ya que simplifica y reduce los costos de anclaje y además permiten un fácil manejo y mantenimiento.

La cantidad y la disposición del grupo depende principalmente de la renovación de agua en las jaulas que se ubican detrás de otras en la dirección de la corriente, en Chile es común la utilización de set entre 16 a 24 jaulas. Las principales ventajas son que el agrupamiento reduce las fuerzas que actúan sobre las jaulas individuales, suavizando sus movimientos lineales y rotacionales. Las uniones entre cada jaula deben estar diseñadas para amortiguar el movimiento de cabeceo y mantener en el mínimo el balance producto de la pasada de las olas.

El sistema de fondeo mas usado en el agrupamiento de jaulas es el ortogonal, se denomina así debido a que las líneas de fondeo de los lados contiguos de la cuadricula forman 90º unas con otras. En la figura 2.13 se aprecia el sistema de fondeo ortogonal para un grupo para jaulas circulares.

Figura 2.13 Sistema de fondeo ortogonal para grupo de jaulas circulares



1.4-Redes

Una red es una estructura de mallas de indefinidas formas y tamaño, han experimentado importantes cambios con el aumento de escala y sofisticación de la producción. Estas redes cubren completamente las balsas jaulas (figura 2.14) de manera tal que los peces queden seguros y limitados a las dimensiones de las jaulas. Estas se pueden diferenciar en redes flexibles, compuestas de fibras sintéticas y naturales, tales como algodón y nylon, redes rígidas y semirígidas estructuradas en base a materiales plásticos y metálicos. La malla está formada básicamente por cuatro barras, dos nudos limpios y dos nudos laterales.

Figura 2.14 Red de peces utilizada en balsas jaulas

Inicialmente, la industria utilizaba las mismas redes empleadas para la captura de anchovetas. Ello implicaba que los peces se hirieran y marcaran con cicatrices por los nudos de las redes. En ese momento cada empresa se preocupaba del mantenimiento y reposición de sus

redes. Con posterioridad, junto a la importación de balsas metálicas, se introdujeron redes especiales para la acuicultura y se dio inicio a todo un sistema de proveedores de redes y servicios de mantenimiento. Actualmente, las redes se confeccionan en Chile, a partir de paños especiales importados desde países como Brasil, Italia y Perú, están compuestas de fibras sintéticas las más comunes de fibras sintéticas usadas hoy en día en la construcción de redes son: poliamida (PA), poliéster (PES), polietileno (PE) y polipropileno. Los materiales usados para la construcción de redes deben tener las siguientes características:

- resistentes
- livianos
- resistentes a la corrosión
- resistentes al fouling
- fáciles de trabajar y reparar
- resistentes a la corriente
- de textura suave, y de este modo no abrasivo a los peces
- no costoso.

La red debe cubrirse con un baño de pintura *antifouling* que combate la formación de algas, insumo importado desde Noruega (figura 2.15 red incrustada con choritos, debido a la falta de protección de pintura antifouling).Junto a esta sofisticación del producto se ha iniciado un proceso de externalización completa de la labor de mantenimiento: el lavado, cambio, reparación y zurcido son realizados por empresas contratistas que cuentan con las tecnologías y mano de obra necesarias.

Figura 2.15 Red con incrustaciones de choritos

1.5- Desarrollo del traslado de peces en wellboat

La planificación del traslado empieza por determinar los peces adecuados para dar cumplimiento a las especificaciones de los productos requeridos por los clientes. Las empresas salmonicultoras son las encargadas de realizar esta tarea una, vez que esta definido que peces se van a cosechar contratan el servicio de los wellboats, estos contratos pueden ser por viaje, temporada o tiempo.

A la llegada al centro cultivo se ubica la jaula que se debe cosechar, además se comienza a llenar las bodegas con agua para realizar el proceso de succión de los peces, mientras tanto en la jaula a cosechar los trabajadores del centro están retirando la pajarera de la jaula, soltando las boyas correspondientes y realizando el primer lance. Luego de esto se procede a entrar al set de jaulas para atracarse junto a estas, cuando se logra posicionar la embarcación de la forma más óptima para realizar la cosecha, esta se amarra fuertemente a los pasillos de la jaula con los largos y traves del wellboats.

Antes de comenzar la carga el encargado del centro de acopio le facilita la información de los peces a cargar al técnico encargado en el barco, algunos de estos datos son: el tipo de pez, su peso, cantidad (este dato es aproximado), los días de ayuno, la mortalidad de los ultimas días, el estado de salud. Esta información es de vital importancia para el técnico ya que le permite programar los contadores automáticos de peces, Aquascan de tubo lleno o full pipe, los cuales le permiten saber con certeza la cantidad, peso y biomasa de los peces que se transportaran, estos están ubicados al final de las mangueras de succión. Luego de introducir estos datos a los contadores automáticos se proceda a tomar con la grúa cada una de las mangueras de succión (la mayoría de los wellboats tienen dos mangueras de succión) las cuales serán instaladas al interior de la jaulas a cargar, para succionar los peces que en ella contiene. Cada una de estas mangueras pesa aproximadamente 1500Kg. Y serán la succión desde el lance o cerco de peces, en la figura 2.16 se muestra un wellboat en proceso de carga.

Figura 2.16 Wellboat en proceso de carga.

Durante la carga, traslado y descarga se realiza mediciones de la concentración y niveles de: temperatura (normal 12ºC), pH (debe ser neutro 7), oxigeno (valores normales entre 9 y 10 miligramo por litro) y CO2. Dentro de las bodegas se encuentran los sensores (Figura 2.17) que miden cada uno de estos elementos, el pH y CO2 se miden en la salida del agua o sea en popa, la temperatura y el oxigeno se miden en la entrada y salida del agua en proa y popa respectivamente, además dentro de las bodegas hay difusores de oxigeno (figura 2.18) los cuales agregan oxigeno al agua durante la carga, traslado y descarga. Cabe destacar que durante las tres etapas mencionadas anteriormente se realiza una vigilancia minuciosa de los peces dentro de las bodegas a traves de cámaras que hay en su interior y la cuales tienen un monitor en el puente de gobierno, lo cual hace más fácil la vigilancia de todo el proceso.

Figura 2.17 Sensores ubicados en los costados de la bodega.

Figura 2.18 Difusores de oxigeno ubicados en el fondo de la bodega

Una vez terminada la carga el jefe de centro junto al técnico de peces completan la guía de despacho con los datos anteriormente mencionados, pero el peso promedio y la cantidad y la biomasa que detecto el contador.

Durante el viaje al centro de acopio los peces reciben circulación de agua, como fue detallada anteriormente dependiendo del tipo de circulación ya sea abierta o mixto, en la figura 2.19 se muestra sector que permite la entrada de agua a la bodega y en la figura 2.20 se muestra el lugar de la salida de agua en la bodega. Además de un monitoreo a traves de cámaras y registro de niveles de Tº, O2, pH y CO2.

Figura 2.19 Sector de entrada de agua

Figura 2.20 Sector de salida de agua

A la llegada al centro de acopio (figura 2.21 llegada al centro de acopio de Santa Cruz) se ubica cual es la jaula que se realizara la descarga se procede al amarre del barco, luego llega el encargado del centro el cual es el encargado de recibir la carga y recepcionar la guía de despacho, y se procede a mover las mangueras para la descarga de los peces dentro de la jaula correspondiente iniciándose así el proceso de descarga, al igual que en las etapas anteriores se realiza un monitoreo del estado de los peces y el agua.

Después de cada carga realizada por los wellboat se desinfectan las bodegas, la desinfección se realiza con ozono ya que es eficaz para eliminar agentes patógenos como virus y bacterias. Generalmente durante el viaje hacia el centro de cultivo se hace esta desinfección, este procedimiento dura aproximadamente 20 minutos, dependiendo del volumen de las bodegas. Además cada una semana o un mes se realiza un lavado de bodegas con una hidrolavadora la cual remueve todos los restos orgánicos o algún otro objeto, usando agua caliente a presión y detergente.

En los centros de acopio, los peces permanecen vivos para luego ser cosechados en las plantas de proceso primario en las cuales todo el proceso se realiza prerigor mortis, maximizando de esta forma la calidad de la materia prima, la que posteriormente será procesada en productos de valor agregado. En todo este proceso se mantiene la trazabilidad de los peces, se controla estrictamente la temperatura y se mantiene un flujo continuo que permite abastecer las plantas de proceso.

Figura 2.21 Llegada al centro de acopio

La fase de proceso considera el sacrificio de los peces, corte de cabeza, eviscerado, lavado y calibrado del producto. Por su tamaño y aspecto, las unidades son seleccionadas en aquellas que se venderán enteras y las que se transformarán en filetes u otros productos.

2 Problemas operacionales

La principal innovación en materia de cosecha son los wellboats, la introducción de éstos ha permitido poder desarrollar la cosecha viva; los peces son trasladados vivos desde los centros de engorda y se mantienen temporalmente en los viveros flotantes adyacentes a las plantas de proceso.

A pesar de las grandes ventajas mencionadas anteriormente, existen problemas operacionales entre los centros ya sean de engorda o de acopio y los wellboats, muchos de estos problemas son debido a que este método de cosecha es nuevo y la configuración del set de balsas jaulas no ha sido diseñado para este propósito. Además de no existir información clara entre los encargados de los centros de cultivo o acopio y la tripulación de wellboat.

Los problemas presentados en esta tesis, son los recopilados durante las prácticas profesionales realizadas en wellboat.

2.1-Problemas llegada centro de engorda

Antes y durante el ingreso al set de balsas se generan los siguientes inconvenientes:

- La dificultad que tiene la tripulación del wellboats a la llegada al centro de cultivo es el nulo conocimiento de la ubicación, dentro del set, de la jaula donde se va efectuar la cosecha, esto genera una perdida de tiempo ya que la tripulación no tiene noción de la disposición numérica del set, por que muchas veces se les informa sobre el numero pero no de su ubicación exacta.

- Las boyas del centro de cultivo que se deben soltar, para permitir el ingreso del wellboats, muchas veces no son las correctas, este problema se genera debido a que el personal del centro no sabe la eslora del buque y la posición ideal que este debe tener para cosechar, los wellboat tienen sus elementos de carga generalmente en la mitad de la eslora, por lo tanto, la ubicación ideal para la succión de los peces es que estos queden en el medio del costado de la jaula.

Esto provoca un riesgo tanto para la jaula como para la embarcación, ya que el wellboats al pasar sobre una línea de fondeo, conectada a una boya, puede moverla de su posición original en la figura 2.22 se aprecia la distancia de la cadena de fondeo al wellboat durante la entrada al set de jaula, además puede romper la cadena o cabo de amarre provocando daños estructurales en la embarcaron y la jaula.

Figura 2.22 Distancia entre Cadena de fondeo y el wellboat

- Algunos centros sueltan los tensores de las loberas o cabos que utilizan para el amarre de algún elemento de las jaulas, por ejemplo cabos de amarre para pesos de las redes, los cuales flotan alrededor de las jaulas provocando un peligro para la embarcación ya que estos pueden acorbatarse en la hélice principal o en los empujadores transversales, siendo aun mas riesgoso para el segundo debido que en la entrada de los wellboat al set de jaulas es mas practico maniobrar con estos que con la hélice. Esto pude inducir a que el barco no pueda contener la viada, sobre todo si hay viento y olas, y se precipite sobre las jaulas originando posibles daños materiales, personales y escapes de peces.

- En la mayoría de los centros de cultivo las balizas de señal especial no tienen la correcta ubicación, esta marca tiene objetivo de indicar zonas o configuraciones especiales en las agua. Las balizas son ubicadas solo en los extremas y no cada 100 metros como es lo correcto, en la figura 2.23 se aprecia la falta de señalización en todo el set de jaula, provocando un peligro para la navegación en general y en especial para la llegada de los wellboats al centro(sobre todo con lluvia por que la imagen del radar en la pantalla es menos nítida), ya que si el centro no cuenta con luces que es lo normal o la embarcación tiene mal alcance con su foco busca boya estas señales se pueden confundir y provocar que la embarcación se precipite contra el set de jaulas.

Figura 2.23 Falta de señalización en el set de jaulas.

2.2- Problemas durante la cosecha

- Nuevamente el incorrecto soltado de las boyas ocasiona problemas para posicionar el barco de la forma correcta para la cosecha, lo cual incrementa el riesgo que este quede sobre la cadena (figura 2.24) o cabo del fondeo y se destroce la línea de fondeo o hunda el pasillo de la jaula permitiendo el escape de peces o rotura de la estructura.

Figura 2.24 Wellboat sobre la cadena de la línea de fondeo

- Las jaulas no poseen elementos de amarre para los wellboat o para cualquier otra embarcación, por lo cual son atados al pasillo de las jaulas (figura 2.25) y a veces los cabos quedan sobre las líneas de alimentación, el amarre debe realizarse en el menor tiempo posible ya que el buque esta en movimiento y se puede ir contra las jaulas produciendo daños estructurales y también a las personas que están atando los cabos.

Figura 2.24 Wellboat amarrado en el pasillo

- Cuando se retira la pajarera (red que cubre la parte superior de las jaulas que evita que los pájaros se coman los peces) o desconectan los pesos que se encuentran dentro de la red, dejan los cabos que sujetan estos elementos flotando dentro de la jaulas (figura 2.26) los cuales ocasionan problemas graves si son succionados durante la carga, ya que pueden provocar una obstrucción en el contador de peces y lo cual induciría a la rotura del vidrio del contador de peces.

Figura 2.26 Cabo suelto dentro de la jaula

2.3- Problemas salida del set de jaulas

- Nuevamente falta de espacio para maniobrar (figura 2.27) debido al mal desamarre de las boyas, se arriesga el pasar a remolcar las líneas de fondeo.

Figura 2.27 Wellboat saliendo del set de jaula

- Falta de espacio para girar dentro del set de jaulas circulares (figura2.28), debido a la configuración de estas ya que por el centro van las líneas de alimentación y se corre el riesgo de pasarlas a arrastrar provocando la rotura de las mangueras

Figura 2.28 Wellboat dentro del set de jaula circulares

2.4-Llegada centro de acopio

Los centros de acopio es un set de jaulas mas pequeño, generalmente hay cinco jaulas por lado de 20X20 metros de largo, y como estos se encuentran cercanos a la costa tienen menor cantidad de líneas de fondeo. Lo cual facilita la entrada y salida del wellboat.

- Nuevamente la tripulación no sabe la ubicación dentro del set de la jaula en la cual se va efectuar la descarga, originando una perdida de tiempo.

- Al igual que los centros de cultivo, los centro de acopio no tienen los elementos adecuados para el amarre de los wellboat lo que conlleva que los sujeten de los pasillos (figura 2.29) provocando los riesgos antes mencionados.

Figura 2.29 Wellboat amarrado al pasillo de la jaula del centro de acopio

3 Soluciones factibles para los problemas operacionales

Gran parte de los inconvenientes mencionados anteriormente se deben a la falta de coordinación entre el personal encargado de los centros, ya sean de cultivo o de acopio, y el personal de puente (capitán y piloto) del wellboat.

Como se ha mencionado una de las ventajas de los wellboat es que los tiempo de cosecha y descarga sean cortos, lo cual es beneficioso para los salmonicultores y la compañía dueña de las embarcaciones, ya que se pueden realizar varias cosechas durante el día dependiendo de las distancia entre los centros y los peces sufren menos estrés.

Como el tiempo es un factor importante durante la operación de los wellboat y debido a las dificultades presentadas se pierde un período considerable de este. Se plantearan soluciones viables y sencillas para realizar una operación más segura y en el menor tiempo posible.

3.1- Solución problema de ubicación de jaula y desamarre de boya

A estos dos inconvenientes se le puede tratar en forma conjunta de la siguiente manera:

- La empresa salmonicultura propietaria de los centros de cultivo y acopio, debiera confeccionar un plano de cada set de jaulas que contenga las siguientes características:

- La ubicación geográfica y la distribución del set de jaula.

- La profundidad de las aguas en la que se encuentra.

- El largo y ancho total de set.

- La cantidad, el número y las medidas de cada jaula.

- La ubicación y distribución del sistema de fondeo.

- La distancia que hay entre el cancamo de amarre de la jaula y la boya.

- La disposición de las líneas de fondeo, el detalle si estas están amarradas a la superficie en una o mas boyas.

- La posición de las líneas de alimentación.

- Para el caso de las jaulas circulares indicar, además la profundidad del reticulado del set.

Este plano deberá ser entregado al capitán del wellboat, encargado de realizar la cosecha, el cual al contar con esta información sabrá con anterioridad la ubicación de la jaula y así se evitara perder tiempo en su ubicación al llegar al set y además al tener la información de la disposición de la líneas de fondeo este podrá indicarle al encargado del centro con anticipación, por ejemplo a través de radio o por celular, cual es la línea que se deberá soltar de la boya para permitir una fácil entrada de la embarcación y realizar un atraque seguro evitando así el riesgo de pasar a llevar o quedar sobre una de estas líneas.

En el anexo se presenta un modelo de plano que cumplen con las características mencionadas anteriormente.

3.2- Solución para evitar cabos sueltos

El capitán del wellboat deberá confeccionar un Protocolo de recalada y amarre a los centros, los cuales serán entregados a los jefes de centros antes de su llegada para que estos tengan las características de la embarcación y los detalles de las tareas que les corresponderá realizar para tener preparada la jaula para la cosecha, con estos se evita perder tiempo en realizar estas tareas a la llegada del wellboat, además el procedimiento de carga y descarga se realiza con mayor seguridad evitando riesgos para ambas partes.

A continuación se presenta un modelo de protocolo con los detalles mas importante que deben saber el personal de los centros y el personal de wellboats ya que ambos trabajan en forma conjunta en la recala, amarre, cosecha y descarga.

Protocolo recalada y amarre a centros cultivos

1.- Considerar para amarre a jaulas, la eslora total del wellboat de X metros

2.- Su manga total de X metros.

3.- Calado máximo a full capacidad de X metros.

4.-La jaula a cosechar debe quedar al centro o extremos de la eslora de la nave dependiendo de la ubicación de los elementos de succión del wellboat, por ejemplo al centro, es decir a X metros de la proa.

5.- Las redes loberas, deben estar fijas y firmes para evitar acorbatamiento con las hélices o empujadores transversales según corresponda.

6.- Todos los cabos que se hallan liberado tanto al interior como al exterior de la jaula deben ser sacados para evitar acorbatamiento y ser succionado por el wellboat.

7.-Al soltar boyas, estas deben quedar libres de la jaula y sin orinques flotantes.

8- Considerar banda de carga y descarga, estribor o babor según corresponda, para dar espacios a la maniobra al abordar centro y jaula.

9.- Evitar que la nave transite por interior de jaulas (especialmente circulares), en caso que esta no tenga tobera en la hélice principal, lo cual imposibilita transitar entre las patas de gallo de amarre de jaulas circulares y además por que al interior del set de jaulas van las líneas de alimentación.

10.- Una vez que la nave esta amarrada a la jaula no debe efectuarse ningún achique por parte de esta que pueda contaminar el área.

11.-La tripulación de guardia debe estar preocupada de la maniobra de recalada y faena de carga y descarga de peces. Atenta ante cualquier eventualidad, como falta oxigeno en las bodegas o problema de bombas, etc. para suspender carga o descarga en la respectiva bodega con problemas y buscar soluciones.

3.3.-Solución a la falta e incorrecta señalización.

Los artefactos flotantes empleados para cultivos marinos pueden ser jaulas flotantes para peces, jaulas semisumergidas o sumergidas para peces, líneas de cultivo para moluscos, plataformas fijas, etc. En general estas instalaciones están fondeadas a profundidades comprendidas entre los 20 y los 50 metros con distancias hasta la línea de costa no suelen superar las 2-3 millas en dirección perpendicular hacia el litoral, por lo que pueden suponer un peligro potencial para la navegación costera y el tráfico marítimo.

Por este motivo, y con el objeto de contribuir a mejorar el conocimiento sobre los aspectos técnicos de la señalización marítima aplicada a las instalaciones de acuicultura, se plantea el siguiente resumen de las normas y reglamentos que deben cumplir las empresas que tienen centros acuícolas.

Tipos de marcas a utilizar para el balizamiento de instalaciones de acuicultura

Sin perjuicio de que en determinadas circunstancias se puedan emplear otras variedades, las marcas a las que hago referencia, son las marcas especiales, que se utilizan para la señalización de instalaciones de acuicultura. Estas marcas son aplicadas en Chile las cuales están disponibles en la circular marítima Nº 2/2003, que tiene como objetivos: disponer normas, basadas en la legislación y reglamentación marítima vigente; las que deben cumplir las empresas que poseen centros de cultivos en aguas marítimas y áreas terrestres.

Marcas especiales

Son marcas que no tienen por objeto principal ayudar a la navegación, sino indicar zonas o configuraciones especiales, mencionados en los documentos náuticos apropiados. Se utilizan, para la señalización de instalaciones de cultivos marinos instalados en el mar (jaulas, bateas, líneas de cultivos, etc) y emisarios submarinos.

Sus características son las siguientes

- **Marca de tope**: Un aspa amarilla (figura 2.30)

- **Color de luz:** Amarilla

- **Alcance mínimo:** 2 millas

- **Ritmo de luz:** Código Morse letra “N” en 9 seg. o la alternativa de 3+1destellos en 20 segundos.

- **Forma de la estructura:** Optativa. (Figura 2.31 estructura instalada en boyas y figura 2.32 estructura instalada en balsas jaulas)

-**Color de la estructura:** Amarilla.

- **Altura sobre nivel del agua:** 2 metros.

Figura 2.30 Marca de tope

Figura 2.31 Estructura en boyas

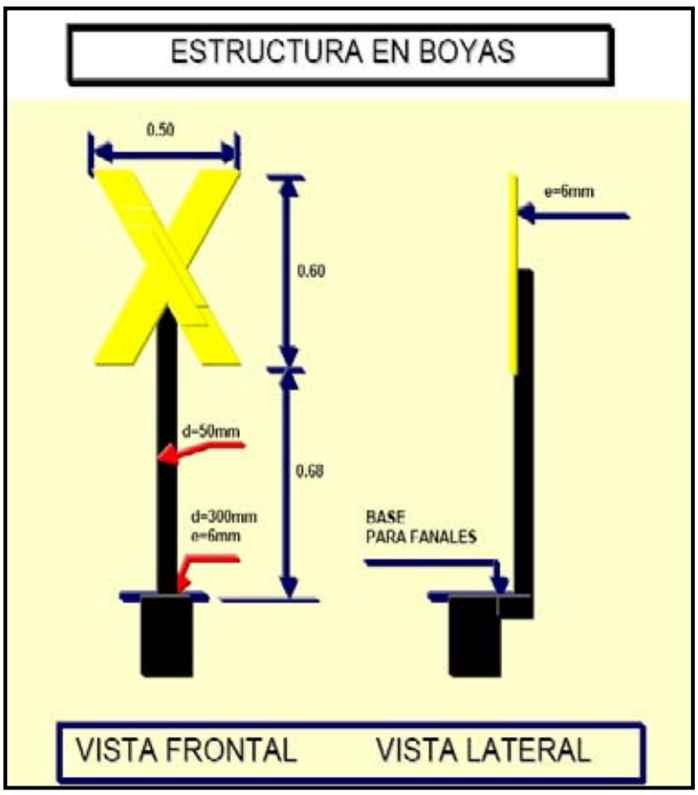
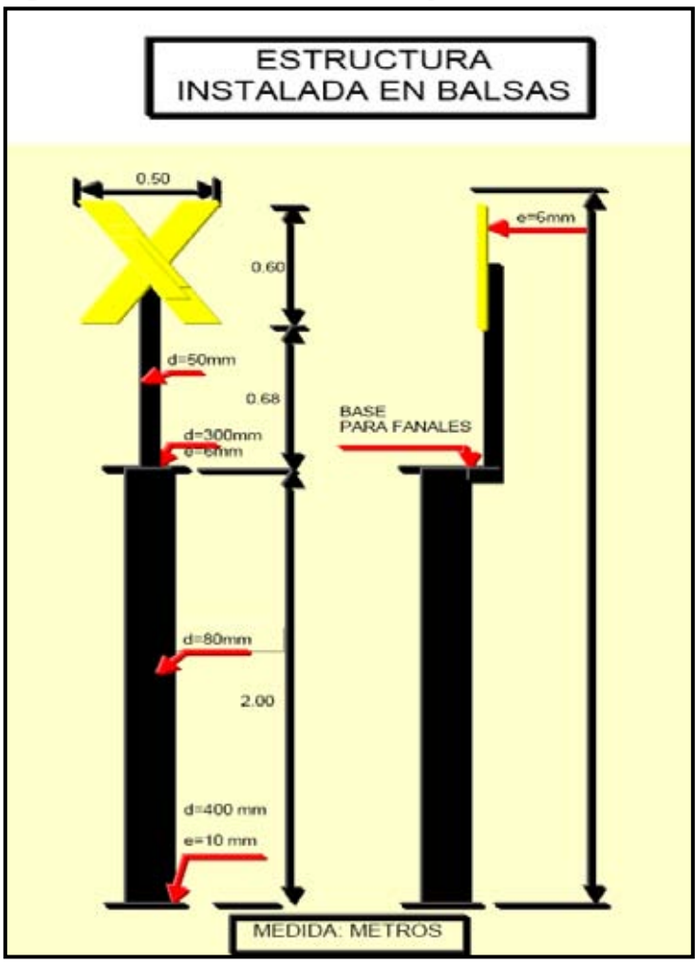


Figura 2.32 Estructura en balsas jaulas



Las marcas especiales deben ubicarse en lugares específicos sobre las instalaciones acuícolas, esta posición esta reglamentada por la autoridad marítima nacional, la ubicación correcta son las presentadas en las siguientes figuras:

Figura 2.33 Posición de marcas especiales en bodegas

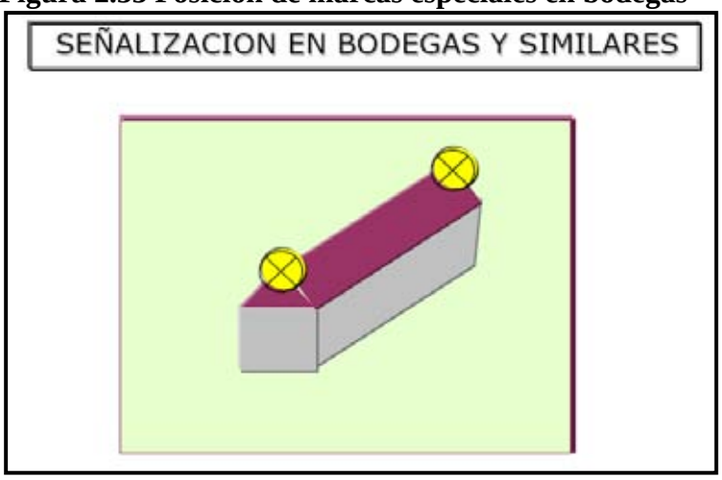


Figura 2.34 Posición de marcas especiales sobre jaula cuadrada.

Figura 2.35 Posición de marca especial sobre jaula circular

Figura 2.36 Posición de marcas especiales en set de jaulas circulares

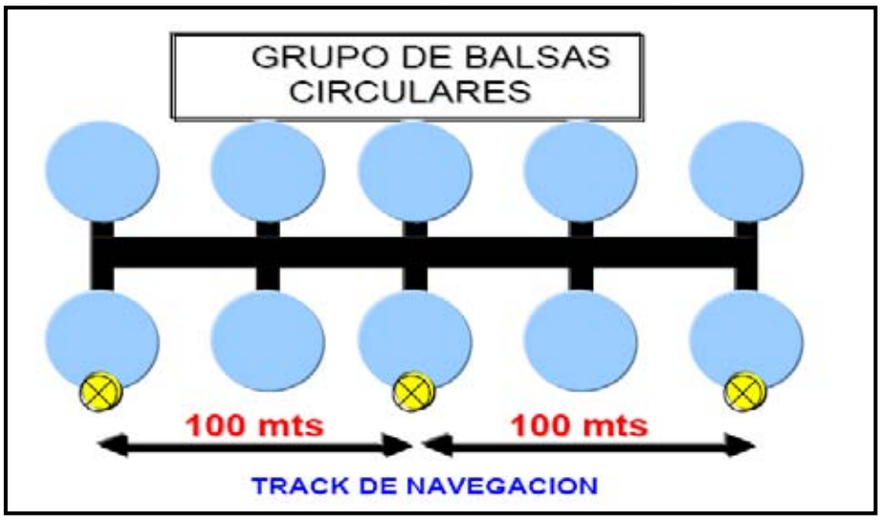


Figura 2.37 Posición de marcas especiales sobre set de jaulas cuadradas

3.4- Solución problema de amarre

Como se indicó anteriormente este es un problema que se presenta en todas las jaulas ya que en su diseño original no cuentan con elementos de amarre para embarcaciones, lo ideal para el amarre del barco seria instalar una cornamuza en los extremos de los pasillos transversales del set de jaulas, estas deberían ser del mismo material de las jaulas para evitar la corrosión.

Conclusiones

Las conclusiones que se pueden obtener en esta tesis son las siguientes:

- La acuicultura comercial es una industria nueva, que en la mayoría de los países en el mundo recién se está abriendo camino, siendo valorizado como una industria capaz de transformarse en un polo de desarrollo importante, preferentemente en países en vía de desarrollo.

- La producción mundial están concentrada en muy pocos países y especies.

- Los mercados están cada vez más competitivos, por lo que se hace necesariamente dirigir los esfuerzos hacía la diversificación. Pero, no solamente vista desde el punto de producir nuevas especies, sino además, incluye la búsqueda de nuevas zonas geográficas de desarrollo, nuevas tecnología, y especialmente nuevos mercados.

- Chile y Noruega son los mayores productores de salmón y trucha a nivel mundial concentrando aproximadamente más del 70% de la producción mundial.

- Gran parte de las exportaciones chilenas se concentran en los mercados de Estados Unidos y Japón, porque ambas naciones son las principales importadoras mundiales de productos pesqueros.

- Es altamente probable que la industria de aquí al 2010 haya disminuido el numero de empresas a la mitad, es decir, se verificará una fuerte concentración de la producción en empresas de gran tamaño, caracterizadas por producir cada una entre unas 20.000 a 50.000 toneladas por año y probablemente, significando más de un 70% de la producción nacional de salmones. En este mismo punto se espera la llegada de más inversionistas extranjeros.

- El destino de la industria del salmón nacional no sólo dependerá de las ventajas ambientales, sino que cada vez será más importante un buen esquema estratégico, logístico y de marketing, para así poder enfrentar de buena forma los distintos procesos del mercado globalizado.

-La industria aumentará notoriamente sus niveles de mecanización y, en general, se debería dar un fuerte aumento en las inversiones ligadas a la investigación y desarrollo en el ámbito tecnológico.

- Dado el fuerte crecimiento que experimentará la industria se necesitará mayor espacio para cultivos, lo que obligará a ocupar zonas mas alejadas de los centros salmoneros, por lo que la expansión a la XI y la XII regiones se ve con mayor claridad.

- A pesar, que todavía Chile basa su desarrollo principalmente el los salmónidos, se está avanzado en la vía de la diversificación, buscando nuevas especies para cultivar.

- Antiguamente el enfoque de la salmonicultura estaba en la producción y hoy el mayor énfasis es en el mercado más que en la producción. La industria nacional se caracteriza por estar enfocado en el cliente, el cual exige hoy seguridad, trazabilidad y buenas políticas ambientales para los productos.

- Para el caso de los precios, estos se podrán mantener y aumentar si fuera posible, dado por una estrategia de aumentar el valor agregado de los productos exportados y buscar nuevos nichos en los cuales se pueda diferenciar como salmón chileno.

-Se puede decir que Chile posee ventajas comparativas como mano de obra y condiciones naturales de agua y clima en el sur, que hacen de nuestro país un lugar privilegiado para la salmonicultura.

- La principal innovación de los últimos años en la salmonicultura nacional es el uso de wellboat para las cosechas, lo cual permite un proceso de carga, transporte y descarga más rápido, eficiente y seguro.

- En el catastro de embarcaciones tipo wellboat dedicadas al transporte de peces vivos se observa que gran parte de estas utilizan el sistema de circulación abierto de agua.

- Los wellboat son barcos especializados para el transporte de peces vivos los cuales pueden ser de dos tipos ex-pesqueros transformados a wellboat y barcos diseñados y construidos como wellboat.

- La demanda por el empleo de embarcaciones que transportan peces vivos para la cosecha va en aumento debido a las ventajas en la calidad del producto y a la simplificación del proceso de cosecha.

- Las nuevas embarcaciones construidas para el transporte de peces vivos que se incorporan al mercado nacional, tienden a trabajar con sistemas abiertos de circulación del agua.

- Se observa un aumento de embarcaciones de empresas que prestan servicios de transporte de peces a terceros, en relación con las embarcaciones de uso exclusivo de una empresa salmonicultora.

- Respecto a los registros que tiene el Centro Local de Inspección de Naves (Gobernación Marítima, Armada de Chile) de embarcaciones tipo wellboat, no existe referencia alguna acerca

de la especificidad de estas naves, con relación a su actividad como medio de transporte de peces vivos.

- Actualmente existen 8 centros de acopio ente Puerto Montt y Quellon, a través de los cuales se permite la cosecha viva del salmón, como la cosecha en wellboat va en crecimiento también aumentaran dentro de los próximos años la cantidad de centros de acopio.

- Debido a que el trabajo en conjunto de los wellboat con los centros, ya sea de cultivo o de acopio, es nuevo en nuestro país por lo cual se producen algunos problemas operacionales principalmente producto de la falta de información entre ambos.

- Estos problemas tienen solución si ambas partes trabajan en forma conjunta o se dicta una norma que regule la interacción entre los wellboats y los centros, para establecer la información necesaria que necesitan de cada uno del otro. De esta manera logran trabajar en forma óptima.

Bibliografía

- Directorio de Acuicultura y Pesca. Santiago, Chile. Technopress, 2003.

- Méndez Z., Ricardo. La Salmonicultura. Santiago, Chile. Fundación Chile, 1987. 228p.

- Asociación de la Industria del Salmón, Salmón Chile. http://www.salmonchile.cl/.

- Dirección de Promoción de Exportaciones, ProChile. http://www.prochile.cl/.

- Instituto de Fomento Pesquero, IFP. http://www.ifp.cl/.

- Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación, FAO. <http://www.fao.org/>

- Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA. Gobierno de Chile. http://www.sernapesca.cl/.

- Subsecretaria de Pesca, SUBPESCA. Gobierno de Chile. http://www.subpesca.cl/.

- Armada de Chile http://www.armadadechile.cl/.

- Circular marítima Nº 2/2003 de Armada de Chile.

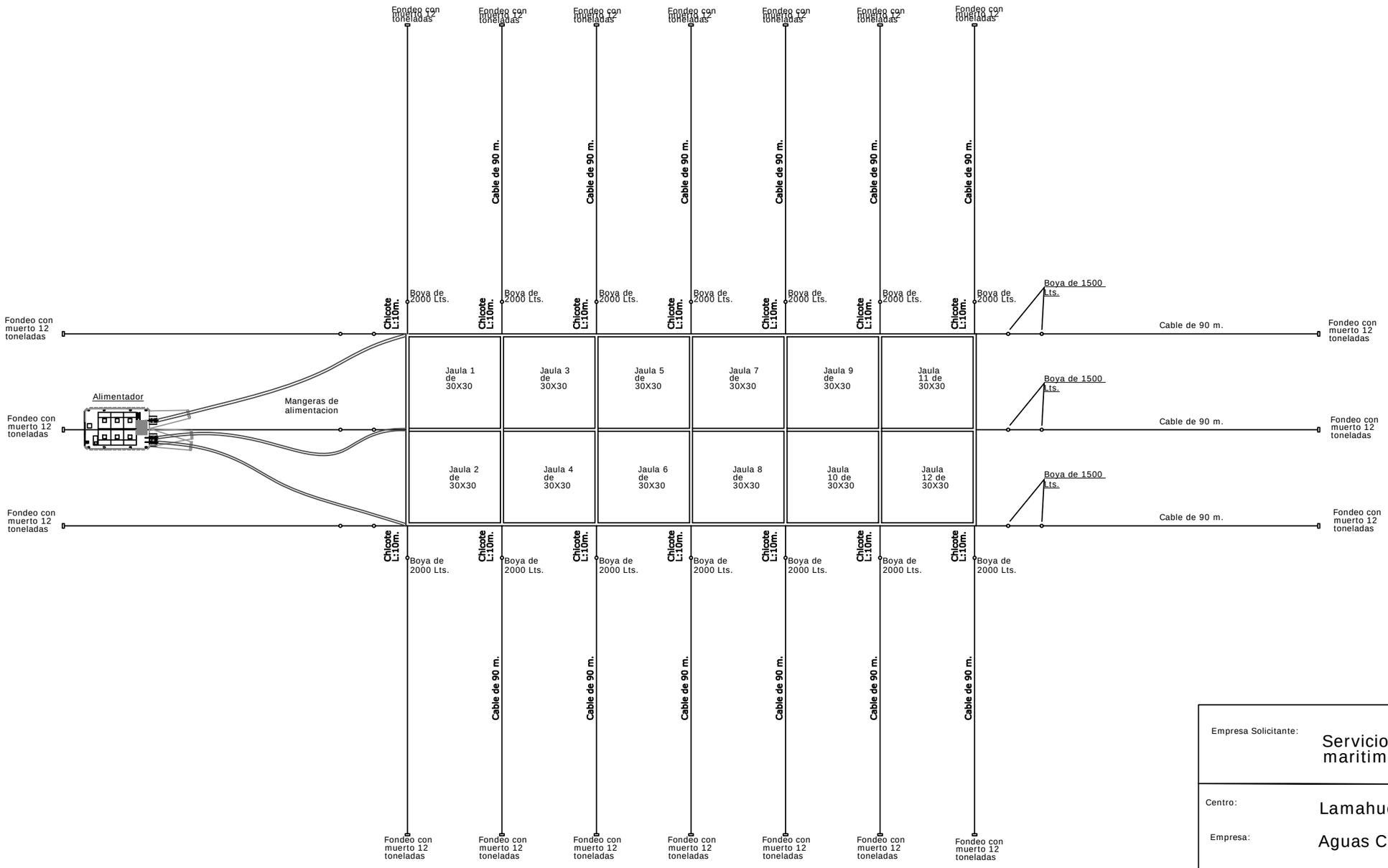
- Revistas “Mundo Acuícola”, año 4- Nº35 y año3 Nº28.

- www.aqua.cl.

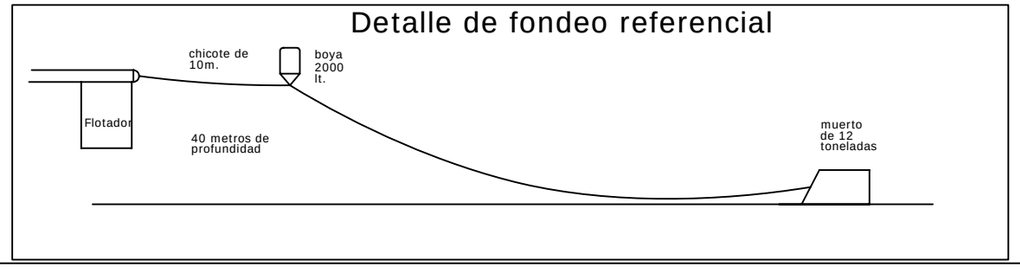
- www.salmonoticias.cl.

Anexo

PLANO DEL CENTRO DE CULTIVO



Detalle de fondeo referencial



Empresa Solicitante:	Servicios maritimos S.A.
Centro:	Lamahue
Empresa:	Aguas Claras S.A.
Fecha:	30-06-2006
Descripción:	Jaulas cuadradas de 30X30 mts. Largo total 180m Ancho total 60 m
Ubicación geografica:	Lado Este Isla Caicahue Lat 42º18 S Long 73º21w