



FONDO DE INVESTIGACIÓN  
PESQUERA



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS  
VETERINARIAS Y PECUARIAS

## **INFORME FINAL**

**PROYECTO N° 2002- 23**

# **“ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA OPERACIÓN DE VIVEROS FLOTANTES Y BARCOS DE TRANSPORTE DE PECES VIVOS DE SALMÓNIDOS”**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

## INDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>13</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	<b>16</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>II. ANTECEDENTES GENERALES</b> .....	<b>20</b>
<b>1. Situación general de la salmonicultura en Chile</b> .....	<b>20</b>
1.1 Aspectos Productivos de la Salmonicultura en Chile .....	20
1.2. Aspectos Ambientales de la Salmonicultura en Chile .....	21
1.3. Aspectos Sanitarios de la Salmonicultura en Chile .....	22
1.4. Aspectos de Salud Pública: Marea Roja .....	25
<b>2. Análisis de riesgo</b> .....	<b>28</b>
2.1. Estimación de las probabilidades .....	28
2.2. Estimación de las consecuencias.....	29
2.3. Análisis de riesgo semi-cuantitativo .....	30
<b>3. Cosecha Viva en la Salmonicultura</b> .....	<b>34</b>
<b>III. OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>37</b>
<b>1. Objetivo General</b> .....	<b>37</b>
<b>2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>37</b>
<b>IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....	<b>38</b>
<b>1. Equipo profesional</b> .....	<b>38</b>
<b>2. Metodología Objetivos Específicos</b> .....	<b>40</b>
2.1. Metodología Objetivo Específico 1: Describir y clasificar las embarcaciones utilizadas para el traslado de peces vivos en la industria salmonicultora del país .....	40
2.2. Metodología Objetivo Específico 2: Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados al transporte de peces vivos en embarcaciones dentro del territorio nacional.....	41
2.2.1. Identificación de peligros sanitarios y ambientales .....	42
2.2.2. Evaluación de peligros sanitarios y ambientales .....	45

2.2.3. Estudio de parámetros ambientales .....	46
2.2.3.1. Parámetros Químicos.....	46
2.2.3.2. Parámetros Biológicos .....	51
2.2.4. Modelación y análisis.....	55
2.2.5. Consecuencias económicas .....	59
2.3. Metodología Objetivo Específico 3: Determinar medidas de mitigación para los riesgos de mayor impacto asociados al transporte de peces vivos. ....	60
2.4. Metodología Objetivo Específico 4: Elaborar un manual de Buenas Prácticas de Operación para las embarcaciones que transportan peces.....	63
2.5. Metodología Objetivo Específico 5: Describir y caracterizar los viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos operativos en el país.....	64
2.6. Metodología Objetivo Específico 6: Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados a la instalación y operación de viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos.....	65
2.7. Metodología Objetivo Específico 7: Determinar las condiciones de instalación y operación de viveros flotantes de salmónidos que permitan minimizar los riesgos sanitarios y ambientales.....	65
2.8. Metodología Objetivo Específico 8: Elaborar un manual de Buenas Prácticas de Operación para los viveros flotantes.....	65
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
<b>1. Resultados Objetivo Específico 1 .....</b>	<b>66</b>
1.1. Catastro de embarcaciones.....	66
1.2. Descripción de las embarcaciones .....	69
1.3. Clasificación de Wellboat .....	75
1.4. Observaciones .....	76
<b>2. Resultados Objetivo Específico 2: .....</b>	<b>77</b>
2.1 Identificación peligros sanitarios.....	77
2.2 Identificación de peligros ambientales.....	79
2.3 Evaluación de riesgos sanitarios .....	80
2.3.1. Evaluación Cualitativa.....	80
2.3.2. Evaluación Semicuantitativa .....	84
2.4 Evaluación de riesgos ambientales .....	93
2.4.1. Evaluación Cualitativa.....	93
2.4.2. Estudio Parámetros Ambientales.....	96
2.4.3. Evaluación Semicuantitativa .....	99
2.4.4. Estudio Marea Roja .....	108
2.4.5. Análisis Microbiológico.....	115
<b>3. Resultados Objetivo Específico 3 .....</b>	<b>116</b>
<b>4. Resultados Objetivo Específico 4 .....</b>	<b>121</b>

<b>5. Resultados Objetivo Específico 5 .....</b>	<b>122</b>
5.1. Catastro de viveros .....	122
5.2. Caracterización de Viveros Flotantes o Centros de Acopio operativos en el país .....	123
5.2.1. Descripción de Instalaciones .....	123
5.2.2. Descripción de Trabajadores .....	124
5.2.3. Descripción de Procedimientos Operacionales del Vivero Flotante....	125
5.3. Observaciones .....	127
<b>6. Resultados Objetivo Específico 6 .....</b>	<b>128</b>
6.1. Identificación peligros sanitarios.....	128
6.2. Identificación de peligros ambientales.....	129
6.3 Evaluación de riesgos sanitarios .....	129
<b>7. Resultados Objetivo Específico 7 .....</b>	<b>130</b>
<b>8. Resultados Objetivo Específico 8 .....</b>	<b>131</b>
<b>VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>132</b>
<b>1. Aspectos generales .....</b>	<b>132</b>
<b>2. Cosecha con wellboats .....</b>	<b>135</b>
2.1. Transporte de peces vivos .....	139
2.2. Descripción y Clasificación de Wellboats .....	140
<b>3. Descripción y Caracterización de Viveros Flotantes .....</b>	<b>143</b>
<b>4. Evaluación de peligros sanitarios y ambientales en Wellboats y Viveros</b>	<b>144</b>
4.1. Peligros Sanitarios .....	144
4.2. Peligros Ambientales.....	148
<b>5. Transporte de Marea Roja.....</b>	<b>152</b>
5.1. Primer estudio .....	152
5.2. Segundo estudio .....	153
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>156</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>159</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b>	Ejemplo de escala de conversión entre escala cuantitativa y escala cualitativa de probabilidades.....	31
<b>Cuadro 2:</b>	Ejemplo de matriz para la evaluación de Riesgo.....	33
<b>Cuadro 3:</b>	Parámetros de Terreno para Embarcación 1.....	48
<b>Cuadro 4:</b>	Parámetros de Terreno para Embarcación 2.....	48
<b>Cuadro 5:</b>	Escala de Probabilidades.....	56
<b>Cuadro 6:</b>	Escala de Importancia de las Medidas.....	61
<b>Cuadro 7:</b>	Escala de Factibilidad Técnica.....	61
<b>Cuadro 8:</b>	Escala de Factibilidad Administrativa.....	62
<b>Cuadro 9:</b>	Escala de Factibilidad Económica.....	62
<b>Cuadro 10:</b>	Catastro de Embarcaciones.....	67
<b>Cuadro 11:</b>	Información de los registros de la Gobernación Marítima de la Armada de Chile..	68
<b>Cuadro 12:</b>	Número de naves por sistema de circulación de agua según el tipo de barco.....	69
<b>Cuadro 13:</b>	Número de naves por posesión de sistema de tratamiento de aguas según el sistema de circulación del agua.....	69
<b>Cuadro 14:</b>	Número de naves por posesión de sistema de enfriamiento de aguas según el tipo de sistema de circulación de agua.....	70
<b>Cuadro 15:</b>	Número de naves por posesión de sistema de oxigenación de aguas según el tipo de barco.....	70
<b>Cuadro 16:</b>	Densidades de transporte mínimas y máximas por sistema de circulación de agua.....	71
<b>Cuadro 17:</b>	Número de naves por existencia de sistema de monitoreo de peces según el sistema de circulación de agua.....	71
<b>Cuadro 18:</b>	Número de naves por existencia de registros de monitoreo de peces según el sistema de circulación de agua.....	71
<b>Cuadro 19:</b>	Número de barcos por variable monitoreada según sistema de circulación de agua.....	72
<b>Cuadro 20:</b>	Número de naves por tipo de carga de peces según el tipo de barco.....	72
<b>Cuadro 21:</b>	Número de naves por tipo de descarga de peces según el tipo de barco.....	72
<b>Cuadro 22:</b>	Número de naves por prestación de servicios a empresas diferentes de la propietaria, según el tipo de barco.....	73

<b>Cuadro 23:</b>	Número de naves por tipo de servicios que presta, según el tipo de barco.....	74
<b>Cuadro 24:</b>	Número de tripulantes total y relacionada con maniobra de peces, según embarcación .....	74
<b>Cuadro 25:</b>	Peligros sanitarios identificados por tipo de cosecha y según etapa.....	78
<b>Cuadro 26:</b>	Peligros ambientales identificados por tipo de cosecha y según etapa.....	79
<b>Cuadro 27:</b>	Categoría de probabilidad de peligros sanitarios en proceso de cosecha tradicional utilizando matrices de estimación de riesgo .....	80
<b>Cuadro 28:</b>	Probabilidad de ocurrencia de peligros sanitarios en proceso de cosecha con wellboat abierto.....	81
<b>Cuadro 29:</b>	Probabilidad de ocurrencia de peligros sanitarios en proceso de cosecha con wellboat cerrado.....	82
<b>Cuadro 30:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de furunculosis por tipo de cosecha.....	84
<b>Cuadro 31:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de IPN por tipo de cosecha.....	85
<b>Cuadro 32:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de SRS por tipo de cosecha.....	86
<b>Cuadro 33:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de BKD por tipo de cosecha.....	87
<b>Cuadro 34:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Cocaceas Gram positivas por tipo de cosecha.....	88
<b>Cuadro 35:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Anemia Infecciosa del Salmón por tipo de cosecha.....	89
<b>Cuadro 36:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Furunculosis atípica por tipo de cosecha.....	90
<b>Cuadro 37:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Vibriosis por tipo de cosecha.....	91
<b>Cuadro 38:</b>	Probabilidad de ocurrencia de peligros ambientales en proceso de cosecha tradicional .....	93
<b>Cuadro 39:</b>	Probabilidad de ocurrencia de peligros ambientales en proceso de cosecha con wellboat abierto.....	94
<b>Cuadro 40:</b>	Probabilidad de ocurrencia de peligros sanitarios en proceso de cosecha con wellboat cerrado.....	95
<b>Cuadro 41:</b>	Determinación de aceites y grasas .....	96
<b>Cuadro 42:</b>	Determinación de sólidos suspendidos totales (SST) .....	96
<b>Cuadro 43:</b>	Determinación de nitrógeno total Kjendahl .....	97
<b>Cuadro 44:</b>	Análisis de fósforo total.....	97

<b>Cuadro 45:</b>	Análisis de fosfato .....	98
<b>Cuadro 46:</b>	Determinación de amonio (NH <sub>4</sub> ).....	98
<b>Cuadro 47:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de agentes patógenos de moluscos a otras zonas o centros de cultivos por tipo de cosecha.....	99
<b>Cuadro 48:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la contaminación por Materia Orgánica (detritus orgánico de los peces transportados) por tipo de cosecha.....	100
<b>Cuadro 49:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la contaminación por Fósforo por tipo de cosecha.....	101
<b>Cuadro 50:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la contaminación por Nitrógeno por tipo de cosecha.....	102
<b>Cuadro 51:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la liberación accidental de salmónidos al medio por tipo de cosecha.....	103
<b>Cuadro 52:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres de peces por tipo de cosecha.....	104
<b>Cuadro 53:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga, por tipo de cosecha.....	105
<b>Cuadro 54:</b>	Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados al transporte y diseminación de Marea Roja por tipo de cosecha.....	106
<b>Cuadro 55:</b>	Resultados primer muestreo del estudio de marea roja.....	108
<b>Cuadro 56:</b>	Resultados segundo muestreo del estudio de marea roja.....	111
<b>Cuadro 57:</b>	Resultado de examen microbiológico de la superficie de los estanques y otros puntos.....	115
<b>Cuadro 58:</b>	Resultado Consolidado de Encuestas de Evaluación de Medidas de Mitigación..	121
<b>Cuadro 59:</b>	Viveros encuestados.....	123
<b>Cuadro 60:</b>	Número de trabajadores por segmento en un Centro de Acopio de Peces.....	124
<b>Cuadro 61:</b>	Descripción de responsabilidades de los cargos en Centro de Acopio de Peces "A".....	124
<b>Cuadro 62:</b>	Descripción de responsabilidades de los cargos en Centro de Acopio de Peces "B".....	124
<b>Cuadro 63:</b>	Detalle del promedio, mínimo y máximo de permanencia de los peces en los centros de acopios .....	126
<b>Cuadro 64:</b>	Peligros identificados en el proceso de acopio de peces vivos en viveros.....	128
<b>Cuadro 65:</b>	Peligros ambientales identificados en el proceso de acopio.....	129

**Cuadro 66:** Magnitud de los peligros ambientales identificados en el proceso de acopio.....130

**Cuadro 67:** Ventajas y desventajas de cosecha tradicional y cosecha wellboat.....136

**Cuadro 68:** Matriz de diferencias de peligros según el tipo de cosecha de peces vivos.....145

**Cuadro 69:** Estructura de costos de un brote de enfermedad por ítem, según capacidad de generar restricciones de mercado por parte de la enfermedad.....148

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig.1:</b> Esquemas de sistema abierto y cerrado.....	36
<b>Fig.2:</b> Esquema fases del proceso de cosecha.....	44
<b>Fig.3:</b> Embarcación 1 y Embarcación 2 del estudio paramétrico ambiental.....	46
<b>Fig.4:</b> Estanque de almacenamiento de biomasa .....	47
<b>Fig.5:</b> Trayecto de la embarcación 1 desde el centro de engorda al centro de acopio y planta procesadora de Ilque.....	49
<b>Fig.6:</b> Trayecto de la embarcación 2 desde el centro de engorda isla Alao al centro de acopio y planta procesadora de Teupa.....	50
<b>Fig.7:</b> Estanque de muestreo de sedimento.....	54
<b>Fig.8:</b> Árbol de eventos.....	55
<b>Fig. 9.</b> Ranking peligros sanitarios en cosecha tradicional Método AHP.....	81
<b>Fig.10:</b> Ranking peligros sanitarios en cosecha con wellboat abierto. Método AHP .....	82
<b>Fig.11:</b> Ranking peligros sanitarios en cosecha con wellboat cerrado. Método AHP.....	82
<b>Fig.12:</b> Síntesis de prioridad de peligros sanitarios. Método AHP.....	83
<b>Fig.13:</b> Curva de probabilidades de furunculosis para cosecha tradicional.....	84
<b>Fig.14:</b> Curva de probabilidades de furunculosis para cosecha wellboat abierto.....	84
<b>Fig.15:</b> Curva de probabilidades de furunculosis para cosecha wellboat cerrado.....	84
<b>Fig.16:</b> Curva de probabilidades de IPN para cosecha tradicional.....	85
<b>Fig.17:</b> Curva de probabilidades de IPN para cosecha wellboat abierto.....	85
<b>Fig.18:</b> Curva de probabilidades de IPN para cosecha wellboat cerrado.....	85
<b>Fig.19:</b> Curva de probabilidades de diseminación de SRS para cosecha tradicional.....	86
<b>Fig.20:</b> Curva de probabilidades de diseminación de SRS para cosecha wellboat abierto.....	86
<b>Fig.21:</b> Curva de probabilidades de diseminación de SRS para cosecha wellboat cerrado.....	86
<b>Fig.22:</b> Curva de probabilidades de diseminación de BKD para cosecha tradicional.....	87
<b>Fig.23:</b> Curva de probabilidades de diseminación de BKD para wellboat abierto.....	87
<b>Fig.24:</b> Curva de probabilidades de diseminación de BKD para wellboat cerrado.....	87
<b>Fig.25:</b> Curva de probabilidades de diseminación de Cocaceas para cosecha tradicional.....	88
<b>Fig.26:</b> Curva de probabilidades de diseminación de Cocaceas para wellboat abierto.....	88
<b>Fig.27:</b> Curva de probabilidades de diseminación de Cocaceas para wellboat cerrado.....	88
<b>Fig.28:</b> Curva de probabilidades de Anemia Infecciosa del Salmón para cosecha tradicional.....	89
<b>Fig.29:</b> Curva de probabilidades de Anemia Infecciosa del Salmón para wellboat abierto.....	89
<b>Fig.30:</b> Curva de probabilidades de Anemia Infecciosa del Salmón para wellboat cerrado.....	89
<b>Fig.31:</b> Curva de probabilidades de Furunculosis Atípica para cosecha tradicional.....	90
<b>Fig.32:</b> Curva de probabilidades de Furunculosis Atípica para wellboat abierto.....	90
<b>Fig.33:</b> Curva de probabilidades de Furunculosis Atípica para wellboat cerrado.....	90

<b>Fig.34:</b> Curva de probabilidades de Vibriosis para cosecha tradicional .....	91
<b>Fig.35:</b> Curva de probabilidades de Vibriosis para wellboat abierto.....	91
<b>Fig.36:</b> Curva de probabilidades de Vibriosis para wellboat cerrado.....	91
<b>Fig.37:</b> Ranking peligros ambientales en cosecha tradicional. Método AHP.....	93
<b>Fig.38:</b> Ranking peligros ambientales en cosecha con wellboat abierto Método AHP.....	94
<b>Fig.39:</b> Ranking peligros ambientales en cosecha con wellboat cerrado. Método AHP.....	95
<b>Fig.40:</b> Síntesis de prioridad de peligros ambientales. Método AHP.....	95
<b>Fig.41:</b> Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos de moluscos para cosecha tradicional .....	99
<b>Fig.42:</b> Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos de moluscos para wellboat abierto.....	99
<b>Fig.43:</b> Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos de moluscos para wellboat Cerrado.....	99
<b>Fig.44:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Materia Orgánica para cosecha tradicional .....	100
<b>Fig.45:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Materia Orgánica para wellboat abierto..	100
<b>Fig.46:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Materia Orgánica para wellboat cerrado.	100
<b>Fig.47:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Fósforo para cosecha tradicional.....	101
<b>Fig.48:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Fósforo para wellboat abierto.....	101
<b>Fig.49:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Fósforo para wellboat cerrado... ..	101
<b>Fig.50:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Nitrógeno para cosecha tradicional.....	102
<b>Fig.51:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Nitrógeno para wellboat abierto.....	102
<b>Fig.52:</b> Curva de probabilidades de contaminación por Nitrógeno para wellboat cerrado.....	102
<b>Fig.53:</b> Curva de probabilidades de liberación accidental de salmónidos al medio para cosecha tradicional .....	103
<b>Fig.54:</b> Curva de probabilidades de liberación accidental de salmónidos al medio para wellboat abierto.....	103
<b>Fig.55:</b> Curva de probabilidades de liberación accidental de salmónidos al medio para wellboat cerrado.....	103
<b>Fig.56 :</b> Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres para cosecha tradicional.....	104
<b>Fig.57:</b> Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres para wellboat abierto.....	104
<b>Fig.58:</b> Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres para wellboat cerrado.....	104
<b>Fig.59:</b> Curva de probabilidades de diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga .para cosecha tradicional .....	105

<b>Fig.60:</b> Curva de probabilidades de diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga para wellboat abierto.....	105
<b>Fig.61:</b> Curva de probabilidades de diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga para wellboat cerrado.....	106
<b>Fig.62:</b> Curva de probabilidades de transporte y diseminación de marea roja para cosecha tradicional.....	106
<b>Fig.63:</b> Curva de probabilidades de transporte y diseminación de marea roja para wellboat abierto .....	106
<b>Fig.64:</b> Curva de probabilidades de transporte y diseminación de marea roja para wellboat cerrado.....	107
<b>Fig.65:</b> Estaciones de muestreo en el primer estudio de Marea Roja.....	109
<b>Fig.66:</b> Estaciones de muestreo en el segundo estudio de Marea Roja .....	111
<b>Fig.67:</b> Resultado del segundo muestreo de <i>Dinophysis acuta</i> , expresado como abundancia relativa y como abundancia absoluta (cél/ml).....	112
<b>Fig.68</b> Resultado del segundo muestreo de <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> , expresado como abundancia relativa y como abundancia absoluta (cél/ml).....	113
<b>Fig.69</b> Resultado del segundo muestreo de <i>Alexandrium catenella</i> , expresado como abundancia relativa y como abundancia absoluta (cél/ml).....	114

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de caracterización de embarcaciones de transporte de peces vivos.....	164
Anexo 2. Encuesta de identificación de peligros ambientales y sanitarios en el transporte de peces vivos en wellboat y estimación de su probabilidad de ocurrencia.....	169
Anexo 3. Encuesta de caracterización de viveros flotantes.....	177
Anexo 4. Manual de Buenas Prácticas de Operacionales de Barcos de Transporte de Peces Vivos.....	179
Anexo 5. Manual de Buenas Prácticas Operacionales en viveros flotantes... ..	195
Anexo 6. Esquema de flujo de agua en estanques o bodegas de carga de peces vivos en wellboat abierto.....	209
Anexo 7. Informe de Análisis de Agua, Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA).....	210
Anexo 8. Descripción y clasificación las embarcaciones utilizadas para el traslado de peces vivos en la industria salmonicultora del país.....	226
Anexo 9. Encuesta de Evaluación de las Medidas de Mitigación.....	234

## RESUMEN EJECUTIVO

Los objetivos planteados en el proyecto FIP 2002-23, están relacionados a la caracterización y clasificación de embarcaciones de transporte de peces vivos y descripción y caracterización de los viveros flotantes.

Además, se identificaron, midieron y evaluaron los riesgos sanitarios y ambientales relacionados a las operaciones y se determinaron las medidas de mitigación para los riesgos de mayor impacto identificados en el transporte de peces vivos.

La metodología ocupada en la caracterización de embarcaciones y viveros flotantes se basó en la ejecución de encuestas dirigidas a profesionales relacionados con el área en cuestión.

La identificación de peligros sanitarios y ambientales asociados al transporte de peces vivos en wellboat, se realizó a través de la ejecución de encuestas a expertos y a través de revisión bibliográfica de literatura y publicaciones nacionales e internacionales. Los resultados de las encuestas fueron analizados en forma cualitativa, a través de la metodología AHP y semicuantitativa utilizando el programa @Risk. Se estableció como modelo para identificar los peligros, la cosecha de peces mediante el método tradicional y la cosecha utilizando el método de transporte con wellboat abierto o cerrado.

El proceso de cosecha fue dividido en tres etapas, la carga, el traslado y la descarga de los peces. En el caso de los wellboats, la descarga también se realiza en el vivero flotante o centro de acopio.

Dentro del desarrollo del proyecto, debido al interés nacional y al impacto socioeconómico y de salud pública que el tópic presenta, se determinó evaluar la posible diseminación de marea roja por parte de los wellboat.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis bacteriológico, como forma de evaluar la eficacia de los procedimientos de lavado y desinfección de los estanques de los wellboat en funcionamiento. Esto se realizó a través de la determinación de presencia y viabilidad bacteriológica en los estanques donde se transportan los peces.

Finalmente, se adjuntan los Manuales de Buenas Prácticas Operacionales para las embarcaciones de transporte de peces vivos y los viveros flotantes elaborados bajo las actividades del proyecto.

En la caracterización de las embarcaciones se utilizaron los siguientes criterios:

- Tipo de barco (acondicionado o construido especialmente)
- Sistema de circulación de agua (abierto o cerrado)
- Capacidad y densidad de carga
- Sistema de monitoreo de los peces durante el transporte
- Tipo de servicio prestado (cosecha, transporte de smolt, otros)

Los resultados obtenidos presentan la caracterización y clasificación de 8 embarcaciones de un total de 12 operantes en la actualidad; y la descripción y caracterización de 2 de los 4 viveros que contaban con Resolución de la Subsecretaría de Pesca a la fecha del desarrollo del proyecto.

Los resultados de los análisis microbiológicos indican que fueron aisladas bacterias desde la superficie de los estanques y otros puntos relacionados con el transporte de peces vivos dentro de la embarcación, antes y después de los procedimientos de lavado y desinfección.

Los muestreos diseñados para determinar marea roja indicaron la presencia de diferentes dinoflagelados aislados desde las muestras de agua de mar y de los estanques de las embarcaciones que fueron tomadas durante el trayecto desde el centro de engorda hacia los viveros flotantes o centros de acopio.

Finalmente, a través del análisis de los resultados se pueden resumir las siguientes conclusiones:

-La demanda por el empleo de embarcaciones que transportan peces vivos para la cosecha va en aumento.

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

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

-Del análisis de la encuesta de Identificación de Peligros Sanitarios y Ambientales, es posible inferir que en general el mayor riesgo se encontraría en los procesos de cosecha tradicional, seguido por los procesos en wellboat del tipo cerrado y por último el menor riesgo sería el asociado a procesos realizados por wellboat del tipo abierto.

- De igual modo, dentro del análisis sanitario, las enfermedades endémicas como IPN y BKD presentaron el mayor nivel de riesgo relativo de diseminación de estos patógenos en los procesos de cosecha de peces vivos.
- Existe un riesgo de diseminación de agentes patógenos durante el transporte y descarga de peces vivos en wellboat abierto y cerrado.
- En el análisis de marea roja el wellboat abierto en estudio fue capaz de incorporar en sus estanques fitoplancton nocivo cuando este se encontró en el medio marino. Sin embargo, no concentró fitoplancton en sus estanques.
- En el análisis de marea roja, se observó que la embarcación actuó como diseminador de los dinoflagelados tóxicos *D. acuta* y *A. catenella*.
- La percepción de riesgo asociada a marea roja en la encuesta de identificación de peligros sanitarios y ambientales, no fue concordante con los resultados obtenidos de los estudios de campo realizados. La causa de esta incompatibilidad se debe probablemente a la ausencia de estudios pre-existentes que permitiesen corroborar en forma previa la existencia del riesgo.
- Se confirma que existe una probabilidad que los agentes patógenos se mantengan en los estanques de wellboat, aún cuando se apliquen medidas de desinfección con ozono.
- Se sugiere evaluar los protocolos de limpieza y desinfección que se aplican, dependiendo del tipo de operación realizado y el riesgo involucrado en ésta, Para lo cual se debe considerar al menos las siguientes etapas: limpieza y lavado profundo (con agua caliente a presión y la aplicación de un detergente), enjuague, desinfección, enjuague, monitoreo de la actividad y registro de ésta.
- Se estima que las medidas de mitigación de riesgo sanitario y de marea roja deben centrarse en aspectos de zonificación epidemiológica, sistema de monitoreo en red para enfermedades y marea roja, así como un sistema de control de movimiento de peces vivos a través de las embarcaciones que transportan.
- Se deben considerar en futuros estudios los riesgos sanitarios y ambientales asociados al traslado y apozamiento de mariscos y crustáceos, las descargas de agua de lastre y el transporte de alevines.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Acciones correctivas:** el o los procedimientos a seguir cuando existe una disconformidad entre el resultado esperado de una actividad de limpieza y/o desinfección y lo efectivamente constatado.
2. **AHP:** Analytic Hierarchy Process. Método multicriterio discreto desarrollado por el matemático T. Satty. Permite analizar problemas de toma de decisión en estructuras jerárquicas de criterios y alternativas.
3. **Apozamiento:** es la acumulación de recursos hidrobiológicos bentónicos en su mismo medio de vida, ya sea que estén confinados o libres, los cuales han sido removidos y trasladados desde lugares en donde habitan en forma natural.
4. **Centro de cultivo:** lugar e infraestructura donde se efectúan actividades de cultivo.
5. **Contaminación cruzada:** transmisión de elementos contaminantes desde una superficie a otra.
6. **Circulación de agua:** acción de ingresar agua desde una fuente natural (río, lago, mar) a los estanques que contienen los peces vivos y cuyo rebalse regresa nuevamente a la fuente natural. Se definirá como Circulación, cuando la tasa de recambio sea igual o superior a dos cambios /hora y se realice en forma continua durante el transporte.
7. **Desinfección:** designa la aplicación, después de una limpieza completa, de procedimientos destinados a eliminar, destruir, inactivar o disminuir los agentes infecciosos o parasitarios responsables de enfermedades de los animales acuáticos.

8. **Desinfectantes:** designa las sustancias químicas o procedimientos físicos capaces de destruir los microorganismos patógenos o evitar su desarrollo o crecimiento en diversas estructuras, superficies y organismos vivos.

9. **Enfermedad de alto riesgo:** se entenderá por enfermedad de alto riesgo, la desviación del estado completo de bienestar físico de un organismo, que involucra un conjunto bien definido de síntomas y etiología, que conduce a una grave limitante de sus funciones normales, asociadas con altas mortalidades y de carácter transmisible a organismos de la misma u otras especies.

10. **Enfermedad Endémica:** enfermedad que existe en forma habitual o esporádica en una zona geográfica determinada.

11. **Fomites:** transmisores inanimados de una infección.

12. **Limpieza y lavado:** remoción mecánica de todo resto de material orgánico particulado, materia grasa y en general, de cualquier material adherido a una superficie de equipos, implementos e infraestructura, para lo cual se usa agua y detergentes.

13. **Medio de transporte de peces vivos:** cualquier medio acuático, aéreo o terrestre que transporta peces vivos, en cualquier estado de desarrollo. Estos se clasifican en tres tipos:

- **Los que transportan los peces y el agua:** incluye todos aquellos medios que transportan los peces sin hacer circulación o recambio de agua durante el viaje.
- **Los que transportan sólo los peces:** incluye todos aquellos medios que transportan los peces sin hacer un transporte neto de agua desde el punto de origen al lugar de destino, con un recambio mínimo de 2 cambios /hora del 100 % del volumen del estanque de traslado.

- **Los que pueden operar de manera mixta**, cumpliendo las características descritas en las letras a) o b) precedentes, según las circunstancias.

14. **Monitoreo**: proceso sistemático de realización de pruebas programadas u observaciones, que son registradas por el centro y que tienen por objeto constatar el cumplimiento de los procedimientos de limpieza y desinfección preestablecidos y los resultados esperados.

15. **Recirculación de agua**: acción de hacer ingresar y salir el agua en los estanques, sin incorporar agua desde un medio natural y sin eliminar agua al medio.

16. **Redes**: malla utilizada para contener y/o proteger a las especies en cautiverio.

17. **Renovación de agua**: acción de ingresar agua desde una fuente natural (río, lago, laguna, vertiente, mar) a los estanques que contienen los peces vivos y cuyo rebalse regresa nuevamente a la fuente natural. Se definirá como renovación, cuando la tasa de recambio sea inferior a dos cambios /hora y esta se realice en forma intermitente durante el transporte.

18. **TRG**: toneladas de registro grueso.

19. **Vector**: organismo vivo que pone en comunicación a un agente infeccioso con un animal susceptible.

20. **Zonificación**: delimitación de zonas geográficas o hidrográficas en función de la presencia o ausencia de enfermedades de alto riesgo y/o de su agente causal.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La salmonicultura chilena ha llegado a ser en los últimos años un pilar fundamental de la economía exportadora del país, convirtiéndose durante el primer semestre del 2004 en el principal producto exportado, por sobre el cobre y el sector forestal.

Este vertiginoso crecimiento tiene como factores fundamentales contar con inmejorables condiciones ambientales para la producción, disponer de materias primas para la alimentación, de capital humano y tecnológico que sostienen su desarrollo.

Para mantener este privilegiado lugar dentro del concierto internacional, se hace cada vez más imperioso optimizar 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 a la faena directa o 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, el gran aumento productivo y el uso de esta nueva tecnología trae consigo nuevos desafíos en aspectos ambientales, sanitarios y de salud pública, más aun cuando en otros países salmonicultores, la cosecha a través de embarcaciones de transportes de peces vivos ha sido relacionada con eventos sanitarios que de ocurrir en Chile, tendrían gran impacto para el sector salmonicultor nacional.

## **II. ANTECEDENTES GENERALES**

### **1. Situación general de la salmonicultura en Chile**

Según lo indican las cifras, la industria acuicultora nacional ha llegado a ser la actividad de mayor importancia en el sector pesquero nacional, totalizando durante el año 2002 exportaciones de aproximadamente US\$ 1.073 millones, cifra levemente superior a los US\$ 1.054 millones registrados durante 2001, según información de la Subsecretaría de Pesca.

Según registros del Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), las cosechas provenientes de centros de acuicultura en el territorio nacional, totalizaron 527.404 toneladas (t) brutas durante el 2002, de éstas aproximadamente el 86% fueron salmónidos. Además, cabe señalar que como representante del sector acuícola, la salmonicultura ha logrado ubicarse dentro de los cuatro primeros sectores exportadores del país. Esta tendencia se ha visto fortalecida durante el año 2003, ya que según datos de la SOFOFA el salmón fue el sector industrial más exportado durante el primer trimestre del año, con un 25,6% de aumento en las ventas, respecto del mismo período del año 2002 (Sánchez, 2003).

#### **1.1 Aspectos Productivos de la Salmonicultura en Chile**

La salmonicultura representó durante el 2002, el 92% de las exportaciones acuícola chilenas, finalizando el año con envíos por US\$ 973,3 millones (FOB). En tanto los volúmenes exportados correspondieron a 331.405 t netas de salmón y trucha (Sánchez, 2003). Así, la actividad salmonicultora en Chile, ha sido y continúa siendo un importante pilar de desarrollo para el país y las regiones sur-australes.

Como precedente, se puede señalar que esta industria multiplicó su producto exportado en 25 veces en 13 temporadas productivas, vale decir, de 8.050

toneladas exportadas en 1988 se llegó a 200.000 durante el año 2000 (Asociación Productores de Salmón, 2000).

La industria salmonicultora seguirá en expansión de acuerdo a cifras proporcionadas por la Asociación de Productores de Salmón en su informe Chile, 2010. Los niveles de producción que alcanzará este sector, obligarán a trabajar con los más altos estándares sanitarios, que permitan reducir al máximo el impacto de las enfermedades de los peces, las cuales se han transformado en limitantes para la competitividad del sector. El uso de antibióticos y los altos costos de los tratamientos, el uso intensivo de vacunas, etc. para la lucha contra las enfermedades no ha sido lo suficientemente cuantificado en Chile.

## 1.2. Aspectos Ambientales de la Salmonicultura en Chile

El 2002 fue sin lugar a dudas, un importante año, que quedará registrado como etapa de notables hitos dentro del desarrollo de temas ambientales ligados a la salmonicultura nacional. Así, durante el primer trimestre entró en vigencia el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y en el transcurso del año se logró la certificación ISO 14000 de varias empresas salmonicultoras, además de concretarse un Acuerdo de Producción Limpia (APL) para toda la industria del sector (Sánchez, 2003).

El RAMA, corresponde a una normativa que regula el desarrollo de la acuicultura y el funcionamiento de centros de cultivo en Chile. Dentro de este reglamento se contemplan aspectos como plan de contingencia, caracterización preliminar del sitio de cultivo, distancias entre éstos, medidas de prevención y mitigación de efectos ambientales negativos y elaboración de informes ambientales para cada centro de cultivo (Sánchez, 2003).

Por otra parte, luego de más de dos años de trabajo, Fundación Chile, Patagonia Salmon Farming, Marine Harvest Chile y Pesquera Eicosal, presentaron su

"Proyecto de Certificación Ambiental para la Salmonicultura Chilena, el Código de Buenas Prácticas Ambientales (CBPA) y su implementación en Centros de Cultivo", cuyo objetivo es desarrollar herramientas para aumentar la sustentabilidad de la industria salmonicultora en el país. En términos generales, el Código se creó para introducir en las empresas un sistema de gestión ambiental, de responsabilidad del gerente general de la empresa, y Fundación Chile quedó a cargo de mantener al día, conforme a la legislación, los requerimientos del mercado y la tecnología disponible. Para el sector empresarial, el propósito de este sistema es conocer los impactos que sus actividades, productos y servicios generan en el medio ambiente, con el fin de combatirlos y controlarlos mediante la gestión de recursos que la empresa compromete basada en su política ambiental.

Por su parte, en la Ley General de Pesca y Acuicultura; Párrafo 2°, Artículo 87: señala que a través de uno o más decretos supremos expedidos por medio del Ministerio, previos informes técnicos debidamente fundamentados de la Subsecretaría, del Consejo Nacional de Pesca y del Consejo Zonal de Pesca que corresponda, se deberá reglamentar las medidas de protección del medio ambiente para que los establecimientos que exploten concesiones o autorizaciones de acuicultura, deben ser compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos.

### 1.3. Aspectos Sanitarios de la Salmonicultura en Chile

Estimaciones muy generales de INTESAL en el año 1995, indicaban que la pérdida económica por mortalidades de salmónidos debido a enfermedades, se acercaban a los US\$ 100 millones. La presencia de agentes patógenos ha incidido directamente en el deterioro de la situación sanitaria de los peces, que se ha traducido en mortalidades y pérdidas de productividad, creando una fuerte limitante al desarrollo del sector.

Al inicio de la actividad salmonicultora, la situación sanitaria era óptima y la presencia de agentes infecciosos en el cultivo de peces muy escasa.

Los principales problemas infecciosos se iniciaron con la presencia de BKD, enfermedad bacteriana que pudo haber ingresado con una alta certeza por las ovas importadas. En la década de los 80, era frecuente en Chile la importación de ovas de peces de retorno o silvestres, con dudosa calidad sanitaria, especialmente de salmón Coho. Por otro lado, enfermedades como el SRS (*Rickettsia Salmonidea*) y virus IPN (Necrosis Pancreática Infecciosa), adquieren gran importancia debido a su transmisión vertical y junto con factores como la ausencia de una política de prevención de enfermedades, además de una alta presión productiva, lo que se tradujo en altas densidades de animales en los centros de cultivo, ha facilitado el establecimiento y diseminación en el medio acuático de estas enfermedades.

La ventaja de Chile como poseedor de un ambiente libre de enfermedades de peces por lo tanto se ha ido deteriorando paulatinamente, lo cual se habría originado en parte por el alto nivel de importación de ovas (más de mil millones ingresadas en los últimos 12 años). Informaciones entregadas por la Subsecretaría de Pesca indican que el año 2000 las importaciones de ovas fueron de 113 millones de unidades

Al analizar el comportamiento de los agentes virales, se observa que las poblaciones de animales acuáticos presentan una interesante característica en su cadena epidemiológica y es que solamente sobreviven en la naturaleza si son capaces de infectar a un huésped, sea de la misma u otra especie. Dado que el medio circundante a los centros de cultivo de peces es además rico en fauna acompañante, el ingreso y adaptación a este medio de un agente infeccioso lo perpetuará en él y será muy difícil su posterior erradicación. Este podría ser el caso de enfermedades como Septicemia Viral Hemorrágica en Dinamarca y de Anemia infecciosa del Salmón (ISA) en Noruega.

Especial importancia tienen las bacterias denominadas "ubicultarias", las que están siempre presentes, como el caso de las Flavobacterias, que se expresan produciendo enfermedades cuando se rompe el equilibrio agente, pez y ambiente.

Podemos definir que en la diseminación de agentes infecciosos juegan un rol importante los vectores animados (peces, ectoparásitos hematófagos, zooplancton, anfibios) y los fomites (agua, peces muertos, utensilios).

Desde 1995, tanto INTESAL como la industria salmonera han desarrollado incipientes esfuerzos para iniciar la implementación de nuevos programas de prevención y control de enfermedades en especies salmonídeas.

Respecto a la normativa y las acciones tomadas por el gobierno, en 1989 se establecen el marco legal sobre los aspectos sanitarios de la acuicultura en Chile, que tiene su base en la Ley N° 18.892, de 1989 y sus modificaciones. Ley General de Pesca y Acuicultura; Párrafo 2°, Artículo 86: Este cuerpo legal establece que mediante decreto supremo previos informes técnicos fundados de la Subsecretaría, y del Consejo Nacional de Pesca, dictará un reglamento que establecerá las medidas de protección y control para evitar la introducción de enfermedades de alto riesgo y especies que constituyen plagas, aislar su presencia en caso de que estas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación. El mismo reglamento determinará las patologías que se clasifican como de alto riesgo y las especies hidrobiológicas que constituyan plagas.

A inicios del año 2001 entró en vigencia el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas. Dentro de este documento se norman tópicos tales como: programas sanitarios específicos de vigilancia epidemiológica, controles oficiales y erradicación de enfermedades de alto riesgo y la exigencia de registros sanitarios en centros acuícolas; todos orientados a resguardar el patrimonio sanitario del país. Este marco legal y normativo pretende colocar a Chile a la altura de los

principales países desarrollados en la producción salmonicultora en cuanto a los programas de control y erradicación de enfermedades en especies salmonídeas.

#### 1.3.1. Enfermedades de Alto Riesgo (EAR)

En la Resolución N° 1136 de la Subsecretaría de Pesca con fecha 30 de mayo de 2003 se establece la clasificación de enfermedades de alto riesgo (EAR) en dos listas, según criterio de clasificación OIE<sup>i</sup>. La Lista 1 de enfermedades de peces lo constituyen las siguientes enfermedades: Necrosis Hematopoyética Epizoótica, Necrosis Hematopoyética Infecciosa, Virus del *Onchorynchus masou*, Septicemia Viral Hemorrágica, Viremia Primaveral de la Carpa, Encefalopatía y Retinopatía Virales, Virosis del Bagre del Canal, Septicemia Entérica del Bagre, Iridovirosis del Esturión Blanco y Furunculosis.

Por su parte, la lista 2 de enfermedades de peces incluye las siguientes enfermedades: Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN), Piscirickettsiosis (SRS), Renibacteriosis, Síndrome Producido por Organismos Tipo Cocáceas Gram Positivas, Síndrome Ictérico o Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y Furunculosis Atípica.

#### 1.4. Aspectos de Salud Pública: Marea Roja

Dentro de los riesgos asociados al uso de embarcaciones que transportan peces vivos, esta la posibilidad de diseminar algas causantes de marea roja. Las floraciones de algas son fenómenos naturales en la dinámica de los ecosistemas marinos, caracterizados por un incremento numérico de una especie de microalga como consecuencia de un aumento de la tasa de división celular y/o por acumulación mecánica en la columna de agua. Estos son en su mayoría, eventos beneficiosos para la acuicultura y para la producción de los recursos marinos que se alimentan de estas microalgas.

---

<sup>i</sup> OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal

De las cerca de 4.000 especies de fitoplancton existentes sólo unas 60 son consideradas nocivas para el ser humano ya que tienen la capacidad de sintetizar compuestos químicos de muy alta toxicidad llamados toxinas marinas, que en su mayoría son resistentes a la cocción habitual y pueden interferir en procesos fisiológicos como la conducción de impulso nervioso, la absorción de agua y alimentos por el intestino o el procesamiento de la memoria. A las floraciones de estas especies de microalgas se les denomina floraciones algales nocivas (FAN).

Entre los diversos impactos negativos de las FAN destacan intoxicaciones por consumo de mariscos (las que pueden ser fatales), efectos alérgicos por inhalación, mortandades masivas de organismos marinos en el ambiente natural y en sistemas de crianza o engorde, e incluso alteración del hábitat costero y de la organización del ecosistema marino. Se deben agregar, además, los efectos negativos económicos y sociales que sobrevienen como consecuencia de estos fenómenos (Guzmán *et al.*, 2002).

Las floraciones algales han mostrado un significativo aumento en su frecuencia de aparición, duración e intensidad en todas las zonas costeras del planeta, así como de las pérdidas económicas por ellas, de los tipos de recursos afectados, del número de toxinas y de especies tóxicas (Smayda, 1997; Hallegraeff, 1993; Sournia, 1995, citados por ECOHAB, 1995). Es el mismo caso de las costas de Chile que han sufrido un aumento en la extensión y duración de los eventos tóxicos, llegando a afectar la X Región de Los Lagos, zona responsable de la mayor producción de moluscos y de salmones de Chile

Periódicamente, desde el año 1970 se han registrado brotes de veneno paralizante de los mariscos (VPM) en la región de Magallanes, sin embargo desde 1991 se producen floraciones anuales que persisten hasta la actualidad (Guzmán *et al.*, 2002). Un fenómeno similar se ha producido desde 1994 en Aysén, en el que además se detecta veneno diarreico de los mariscos (VDM).

En Chile las saxitoxinas son producidas por el dinoflagelado *Alexandrium catenella*, identificado como fuente primaria del VPM en Magallanes desde 1972 (Guzmán y Campodónico, 1975, citados por Guzmán *et al.*, 2002), en Aysén desde 1995 (Lembeye *et al.*, 1997, citado por Suárez-Isla y Clément, 2002) y en la isla de Chiloé en 2002 (Suárez-Isla y Clément, 2002).

También se han registrado intoxicaciones por VDM desde 1970 (Guzmán y Campodónico, 1975, citados por Guzmán *et al.*, 2002) en el estuario de Reloncaví, región de Los Lagos, asociándose desde ese momento a floraciones del dinoflagelado *Dinophysis acuta* (Lembeye *et al.*, 1981, citado por Reguera, 2002).

Más recientemente en Bahía Inglesa, Bahía Tongoy y en la Isla de Chiloé en 2001, se ha detectado ácido domoico en muestras de mariscos, causante de la intoxicación amnésica de los mariscos (VAM), asociado a floraciones de *Pseudo-nitzschia spp.* (Suárez-Isla y Clément, 2002), aunque sin registrar intoxicaciones humanas.

En el año 2000 se detectó la presencia de *Alexandrium catenella* y de VPM en la isla Cailín, zona sur de la isla de Chiloé; éstas observaciones fueron un anticipo del extenso brote tóxico de VPM que afectó a Chiloé entre enero y junio de 2002 que dejó 70 personas intoxicadas, 2 fallecidos y pérdidas económicas por un valor de US\$ 6.640.000 (Suárez-Isla y Clément, 2002).

## **2. Análisis de riesgo**

En el ámbito sanitario, la OIE define al análisis de riesgo como la metodología para abordar los riesgos asociados con animales y sus productos. Por otra parte riesgo es la probabilidad de manifestación y la magnitud probable de las consecuencias de un incidente perjudicial para la salud humana o animal durante un período de tiempo determinado, definición que es perfectamente aplicable al ámbito medio ambiental (OIE, 2003). Según lo anterior, se hace necesario tener una estimación tanto de las probabilidades de ocurrencia como también una estimación de las consecuencias.

A fin de llevar a cabo una adecuada identificación de los eventos implicados en un proceso en que el riesgo se haya asociado, debe construirse un árbol de eventos que contenga al menos los eventos principales asociados al riesgo. Debe tenerse como precaución el no caer en un excesivo detalle, que traería como consecuencia dos sucesos no deseados, por una parte sería muy difícil recoger información asociada a cada uno de los eventos y por otra parte el modelo matemático que permita describir este árbol sería de una complejidad mayor a medida que los eventos son incorporados, pudiendo llegar a ser prácticamente inmanejable desde el punto de vista metodológico.

### **2.1. Estimación de las probabilidades**

La estimación de las probabilidades se puede llevar a cabo tanto por métodos cualitativos, cuantitativos y semicuantitativos. Dentro de estos se incluyen los métodos estocásticos como también los métodos determinísticos (Vose, 1997). Los métodos de cálculo estocásticos presentan una serie de ventajas por sobre los métodos determinísticos, entre los cuales es posible mencionar la incorporación a sus resultados del factor incertidumbre, lo que representa un avance sustancial por sobre los métodos determinísticos, ya que evita la utilización de escenarios del tipo “que pasaría si” y es posible que se ajusten a la totalidad de

los posibles casos, evaluándolos en su conjunto, de tal manera que los resultados finales obtenidos se ajusten de mejor manera a la realidad (Vose, 2001).

## 2.2. Estimación de las consecuencias

La estimación de las consecuencias y su magnitud implica dos niveles de análisis. El primero es identificar que parámetros se pueden ver afectados por la presencia de una enfermedad o la ocurrencia de algún evento ambiental no deseado. Este primer nivel es, por lo general, común a la totalidad de los problemas de salud animal y ambiental. Puede ser utilizado en múltiples situaciones o escenarios, sólo siendo necesario llevar a cabo modificaciones menores en casos excepcionales.

El segundo nivel de análisis está integrado por la determinación del impacto de una patología o problema ambiental en cada uno de los parámetros identificados en el primer nivel. Estos parámetros sirven para conocer y medir el efecto de la ocurrencia de un evento no deseado en los distintos niveles que se realice el análisis, por ejemplo, una enfermedad puede tener un efecto al nivel de la producción de un centro de engorda, los parámetros podrían ser la mortalidad, morbilidad, rendimiento a la cosecha u otros (McDiarmid, 1993).

Esta identificación del impacto puede ser llevada a cabo de manera cuantitativa o cualitativa. La identificación cuantitativa se refiere a estimar las pérdidas monetarias ocasionadas en cada uno de los efectos y luego llevar a cabo una sumatoria con el fin de estimar el total de pérdidas. Este tipo de evaluación es difícil de llevar a cabo en un estudio *a priori* como es el objetivo de los análisis de riesgo, presentando aún mayores dificultades en el caso de que la patología evaluada sea exótica, ya que no existen antecedentes en el país de su forma de presentación y velocidad de diseminación concretas entre muchas otras dificultades, tales como determinar el monto de las pérdidas indirectas.

La determinación cualitativa de la magnitud de las consecuencias presenta una serie de ventajas por sobre la evaluación cuantitativa. Por una parte, el requerimiento de información es menor, por otra no es necesario que el evento se haya producido alguna vez en el territorio para que la estimación posea un mínimo aceptable de consenso y, por último, permite un mejor manejo posterior de los resultados. Sin embargo, este tipo de evaluación posee algunas desventajas, entre las cuales resalta su posible sesgo determinado por la falta de antecedentes adecuados, o por las percepciones personales de los evaluadores, que puedan sobre estimar los efectos de algún evento en particular.

### 2.3. Análisis de riesgo semi-cuantitativo

Como ya fue mencionado, el riesgo es definido como la probabilidad y la magnitud de las consecuencias de un evento adverso. La clasificación del riesgo en términos generales corresponde a un ordenamiento jerárquico de conceptos que permiten definir genéricamente al riesgo como alto o bajo, existiendo clasificaciones más refinadas que incluyen tantos elementos intermedios como se desee (Wooldridge, 1996).

Los elementos de origen o parámetros (probabilidades y consecuencias) del riesgo pueden poseer diferente naturaleza en función al tipo de dato generado en los resultados, es decir pueden ser cualitativos o cuantitativos. De este punto de vista es posible desprender que existen diversas combinaciones de naturaleza de datos lo que implica una dificultad al momento de fusionar ambos conceptos, probabilidad y consecuencias, en uno sólo tal como es el riesgo (Vose, 2001).

Una posible solución a este problema esta dada por la transformación de los datos desde una escala cuantitativa a una cualitativa o viceversa de manera de hacer equivalentes ambos sistemas de medición.

En el caso de la estimación de las probabilidades, diversos autores proponen escalas de conversión (Vose, 2001; Hernández *et al*, 1993). Dichas escalas son en esencia arbitrarias y representan diferentes funciones de preferencia de los centros de decisión (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Ejemplo de escala de conversión entre escala cuantitativa y escala cualitativa de probabilidades

<b>Categoría</b>	<b>Valores</b>	
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Despreciable</b>	<b>0</b>	<b>0,00001</b>
<b>Extremadamente baja</b>	<b>0,00001</b>	<b>0,0001</b>
<b>Muy Baja</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,001</b>
<b>Baja</b>	<b>0,001</b>	<b>0,01</b>
<b>Media</b>	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>
<b>Moderada</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>
<b>Alta</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>

En el caso de la estimación de las consecuencias es muy complejo llevar a cabo una conversión de escala cuantitativa a cualitativa ya que las pérdidas monetarias no necesariamente se ajustan a una función de consenso en relación con su magnitud, ya que posee un mayor grado de subjetividad el declarar que un determinado monto es insignificante o catastrófico. Por ejemplo, no puede decirse que un millón de dólares es una pérdida irrelevante para un grupo de productores en un país subdesarrollado, en cambio la misma pérdida puede ser marginal para un grupo de productores pecuarios en una nación industrializada, sin embargo, las pérdidas dependen de que tipo de industria es la afectada y de otros factores a considerar. Del mismo modo transformar una estimación cualitativa a valores cuantitativos presenta altos grados de dificultad (Clayton and Hills, 1993).

Una vez transformadas las escalas de medición, se debe considerar otro aspecto del problema y que consiste en lograr una fusión de los resultados tanto de la estimación de las probabilidades como de la estimación de las consecuencias. Dicha fusión ha sido propuesta tanto para el caso de que ambos parámetros estén medidos en escala cualitativa como para el caso de que ambos estén medidos en escala cuantitativa (Canadian Food Inspection Agency, 2002, Vose, 2001).

En el caso de que ambos parámetros se encuentren en escala cualitativa, la solución que ha sido propuesta es la utilización de una matriz de riesgo (Cuadro 2), que contempla en uno de sus ejes, la escala de probabilidades y en el eje contiguo la escala de medición de consecuencias. En el cuerpo de dicha matriz se encuentra una estimación del riesgo resultante para cada una de las combinaciones de probabilidades y consecuencias. Esta misma solución se ha entregado para estimar una estimación final de probabilidades en el caso de que ellas han sido estimadas considerando por separado las probabilidades de exposición y de difusión del agente patógeno (Canadian Food Inspection Agency, 2002).

**Cuadro 2:** Ejemplo de matriz para la evaluación de Riesgo.

Probabilidades	a	aA	aB	aC	aD	aE	aF
	b	bA	bB	bC	bD	bE	bF
	c	cA	cB	cC	cD	cE	cF
	d	dA	dB	dC	dD	dE	dF
	e	eA	eB	eC	eD	eE	eF
	f	fA	fB	fC	fD	fE	fF
	g	gA	gB	gC	eD	gE	gF
		A	B	C	D	E	F
Consecuencias							

Si ambos parámetros están medidos en escala cuantitativa la solución que se ha propuesto es llevar a cabo una multiplicación de los valores de probabilidades por la cuantificación monetaria de las consecuencias. Esta forma de cálculo ha sido sometida a observaciones debido a que los valores resultantes no representarían una estimación del riesgo. Además, sólo entregan un ordenamiento y no se obtiene el nivel de riesgo final de forma explícita. Por último, esta metodología se diseñó para ser utilizada en árboles de decisión en los cuales se comparan dos alternativas equivalentes, pero en el caso de los análisis de riesgo no siempre existen alternativas equivalentes (Vose, 2001; McDiarmid, 1993).

Finalmente, es necesario mencionar que la metodología semi cuantitativa es una alternativa de aproximación de igual valor a la cuantitativa manteniendo las ventajas de ésta, pero agregando las ventajas de un análisis cualitativo, ya que permite incorporar al análisis las opiniones de expertos (Vose, 2001).

### **3. Cosecha Viva en la Salmonicultura**

Este sistema de reciente introducción en Chile, está siendo aplicado por algunas compañías que entregan servicios de cosecha viva de peces a diversas empresas. A grandes rasgos, este sistema involucra el transporte de los peces vivos por medio de embarcaciones denominadas wellboat, desde los centros de engorda a jaulas de acopio, de descanso o viveros flotantes donde los peces pueden permanecer hasta 2 días antes del procesamiento en planta, o ser descargados directamente del wellboat a la planta procesadora.

El principal incentivo para la contratación o adopción de este sistema por parte de una empresa productora y procesadora de salmónidos, es el mejoramiento de los estándares de calidad del producto obtenido al final del proceso y del precio que adquiere en el mercado internacional.

Además, por parte de los centros de engorda existe un claro incentivo en la utilización de este sistema de transporte, debido principalmente a la reducción de las jornadas de trabajo involucradas en la cosecha, al compararla con la cosecha tradicional.

En general, se podrían plantear algunos beneficios del sistema de wellboat y viveros en comparación a la cosecha en el centro: menor riesgo de contaminantes ambientales al requerir menor número de equipos con funcionamiento por combustible, menor estrés de los peces por ser un procedimiento rápido y de menor manipulación, menor riesgo de diseminación de patógenos dentro del centro y de su área, debido fundamentalmente a la disminución del sangrado en el centro y considerando que la sangre es un excelente medio para diseminar agentes patógenos al medio acuático.

Sin embargo, el transporte de peces entre centros, de agua dulce a centro de agua de mar; de centro de engorda a plantas de procesamiento o de una zona a

otra, a través de los denominados wellboat o “barcos de transporte de peces vivos” es, desde el punto de vista sanitario, un aspecto crítico de enfrentar en cuanto a su potencial de diseminar y desencadenar brotes de enfermedades prevalentes como Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN), Piscirickettsiosis salmonídea (SRS) o enfermedad bacteriana del riñón (BKD) y de potenciales agentes patógenos exóticos. Por ejemplo, se ha estimado que la supervivencia del virus IPN en aguas y sedimentos puede alcanzar hasta 230 días. En relación con esto, el transporte de peces vivos podría transformarse en un elemento de riesgo si no se realiza en condiciones o bajo regulaciones claras que minimicen la probabilidad de diseminación de patógenos en el medio acuático.

Este sistema de transporte está siendo aplicado en forma rutinaria en otros países productores de salmones, como Noruega y Escocia, bajo ciertas regulaciones y normativas, donde se ha comprobado una relación directa entre operaciones de embarcaciones de transporte de peces vivos y la diseminación de Anemia Infecciosa del Salmón (ISA).

En Chile, actualmente la cosecha a través de embarcaciones de transporte de peces vivos, no cuenta con una normativa oficial y específica para dicha actividad, considerando los eventuales peligros sanitarios, ambientales y de salud pública.

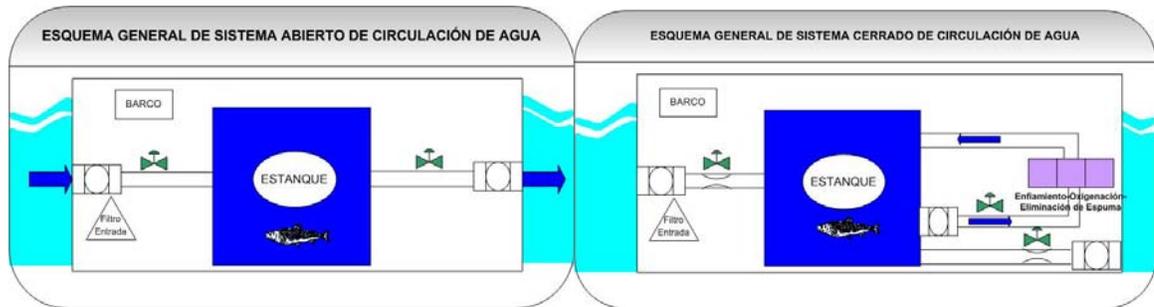
Si bien el transporte de peces es un manejo corriente dentro del sistema de producción, según lo señalado en el Código de Buenas Prácticas para Centros de Cultivo de Salmones Ambientalmente bien Manejados (Fundación Chile, 2003), dada su importancia como posible causante de estrés en los individuos y de diseminación de enfermedades, se debe implementar y mantener un procedimiento claro y establecido que lo regule. Éste debe considerar entre otros aspectos, un sistema de registro que indique las condiciones de seguridad e higiene para efectuar los traslados de los peces, minimizando su estrés. Tales registros se deben referir específicamente a información de los peces transportados (cantidad, peso, densidad por estanque, estado de salud antes y

después de la descarga), y también a variables tales como temperatura, niveles de oxígeno, método de descarga, etc.

Para Fundación Chile (2003), además de un correcto sistema de registros para el transporte de peces vivos, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: adecuado transporte de peces de diferentes especies, manejo de aguas de lastre o residuales que se generan durante el traslado marítimo y prácticas de higiene y desinfección de los medios de transporte, (terrestres, marítimos o aéreos).

Los sistemas de funcionamiento de los wellboat pueden variar entre sistemas cerrados y abiertos (Fig.1) según el tipo de flujo de agua utilizado en el transporte.

**Fig.1:** Esquemas de sistema abierto y cerrado



Dependiendo de la aplicación de uno u otro sistema, habrá mayor posibilidad de escape de peces, movimiento de aguas contaminadas o bien recirculación de agentes patógenos. Considerando lo señalado, algunos países como Escocia han introducido fuertes medidas de limpieza y desinfección de wellboat, junto al establecimiento de rutas de navegación de menor riesgo y al uso de sistemas cerrados en un área de 5 kilómetros alrededor de un centro de producción.

### **III. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **1. Objetivo General**

Analizar el riesgo de la instalación y operación de viveros flotantes y transporte de peces vivos en la industria salmonicultora y proponer medidas que minimicen el riesgo.

#### **2. Objetivos Específicos**

1. Describir y clasificar las embarcaciones utilizadas para el traslado de peces vivos en la industria salmonicultora del país.
2. Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados al transporte de peces vivos en embarcaciones dentro del territorio nacional.
3. Determinar medidas de mitigación para los riesgos de mayor impacto asociados al transporte de peces vivos.
4. Elaborar un manual de Buenas Prácticas de Operación para las embarcaciones que transportan peces.
5. Describir y caracterizar los viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos operativos en el país.
6. Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados a la instalación y operación de viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos.
7. Determinar las condiciones de instalación y operación de viveros flotantes de salmónidos que permitan minimizar los riesgos sanitarios y ambientales.
8. Elaborar un manual de Buenas Prácticas de Operación para los viveros flotantes.

## **IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

### **1. Equipo profesional**

El equipo de profesionales participantes estuvo conformado de la siguiente forma:

- Rodrigo Robles G., Director Proyecto
- Santiago Urcelay V., Asesor Externo
- Julio Pinto, Asesor Externo
- José Herrera, Profesional Especialista
- Gustavo Sotomayor, Profesional Especialista
- Leopoldo Stuardo, Profesional Especialista
- Jorge Cassigoli, Profesional Asistente
- Paola Bertolini, Profesional Asistente
- Gabriel Arriagada, Colaborador

#### **1.1. Desarrollo de Objetivos Específicos**

Los responsables por Objetivo Específico presentados en el Pre-Informe Final, se detallan a continuación:

- Objetivo Específico 1

Rodrigo Robles, Jorge Cassigoli y Paola Bertolini

- Objetivo Específico 2

José Herrera y Gustavo Sotomayor

- Objetivo Específico 3

Rodrigo Robles, José Herrera, Gustavo Sotomayor, Santiago Urcelay y Julio Pinto

- Objetivo Específico 4

Rodrigo Robles y Leopoldo Stuardo

- Objetivo Especifico 5

Rodrigo Robles, Jorge Cassigoli y Paola Bertolini

- Objetivo Especifico 6

José Herrera y Gustavo Sotomayor

- Objetivo Especifico 7

Rodrigo Robles, José Herrera y Gustavo Sotomayor, Santiago Urcelay y Julio Pinto,

- Objetivo Especifico 8

Rodrigo Robles y Leopoldo Stuardo

Observación:

-Dr. Santiago Urcelay V., Colaborador y evaluador de los informes realizados.

-Dr. Julio Pinto, Colaborador y evaluador de los informes realizados.

## **2. Metodología Objetivos Específicos**

2.1. Metodología Objetivo Específico 1: Describir y clasificar las embarcaciones utilizadas para el traslado de peces vivos en la industria salmonicultora del país.

Con el fin de cumplir con este objetivo se diseñó un instrumento de medición en el formato de encuesta. Esta encuesta fue aplicada a la totalidad de unidades, ya que su número actual no justifica la realización de un muestreo.

Hernández *et al.* (1993), indican que la recolección de datos implica tres actividades estrechamente vinculadas:

- a) Seleccionar un instrumento de medición que debe ser válido y confiable.
- b) Aplicar ese instrumento de medición.
- c) Preparar las mediciones obtenidas.

La selección del instrumento de medición, se llevó a cabo construyendo una encuesta (Anexos N° 1) que incorporó elementos tales como: identificación de la empresa y caracterización del barco, aspectos de su estructura, estanques de almacenamiento, flujos de agua, monitoreos de peces y descripción de la tripulación entre otros.

El objetivo de esta encuesta fue obtener un conocimiento general de los buques que operan como wellboat en el país, como también, elaborar una clasificación de ellos.

En paralelo a la realización de la encuesta, se programaron visitas en terreno que permitiesen al equipo de investigación validar las respuestas.

Con relación a la aplicación del instrumento, se evaluó que la mejor opción era el utilizar un formato electrónico que permitiese una rápida respuesta y un buen seguimiento del envío y recepción.

Al ejecutar una encuesta, es esperable que en un gran número de ocasiones no todos los encuestados respondan, ya que puede existir desinterés y también puede existir falta de información respecto a los objetivos que persigue la aplicación de la encuesta (Hernández *et al.*, 1993).

En un intento por evitarlo, se intentó instalar un canal de comunicación expedito que permitiese entregar toda la información que los encuestados requiriesen. Dicho canal se constituyó a través de reuniones sostenidas con ejecutivos de empresas que operan con wellboat y por comunicación directa vía telefónica o por correo electrónico. A pesar de ello no fue posible que el total de las personas encuestadas respondiesen al instrumento.

La recolección de los datos se llevó a cabo por medio de la recepción de los archivos electrónicos enviados por los encuestados.

Después de la recolección, se realizó la tabulación, codificación y análisis preliminar de los resultados obtenidos. La tabulación fue llevada a cabo por medio de la inclusión de las respuestas en una base de datos única y consolidada que permitiese un adecuado manejo de la información obtenida (codificación y análisis).

2.2. Metodología Objetivo Específico 2: Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados al transporte de peces vivos en embarcaciones dentro del territorio nacional.

### 2.2.1. Identificación de peligros sanitarios y ambientales

En la identificación de peligros sanitarios y ambientales se utilizó la siguiente metodología:

- a) Revisión bibliográfica nacional e internacional.
  - Norma Nacional: se consideró la clasificación de enfermedades de alto riesgo establecida por la Subsecretaría de Pesca mediante la Resolución N°1136 con fecha 30 de mayo de 2003.
  - Publicaciones: se analizaron antecedentes bibliográficos para determinar las formas de transmisión y viabilidad los agentes en el medio marino.
  - Norma Internacional: se consideró información existente sobre diseminación de especies bioinvasoras a través del agua de lastre.
  
- b) Comunicaciones personales y observación en terreno.

Conversaciones con capitanes de barco, Médicos Veterinarios de Centros de Engorda y Fishmaster (encargados del cuidado de los peces durante el transporte en wellboat), sobre los peligros ambientales o sanitarios que podrían presentarse en las faenas de carga, transporte y descarga de los peces.
  
- c) Consulta a expertos.

Sobre la base de la revisión bibliográfica, se elaboró una encuesta de Identificación de Peligros Sanitarios y Ambientales asociados al transporte de peces vivos en wellboat (Anexo N° 2). En la encuesta se definieron algunos peligros producto de la metodología mencionada con anterioridad. Los peligros indicados fueron:

#### Peligros Sanitarios:

- Diseminación de agentes patógenos asociados a enfermedades prevalentes en el territorio nacional, desde un centro infectado a otro centro o zona sin enfermedad diagnosticada.
- Diseminación de agentes patógenos de moluscos a una zona prevalente a otra zona sin enfermedad.

#### Peligros Ambientales

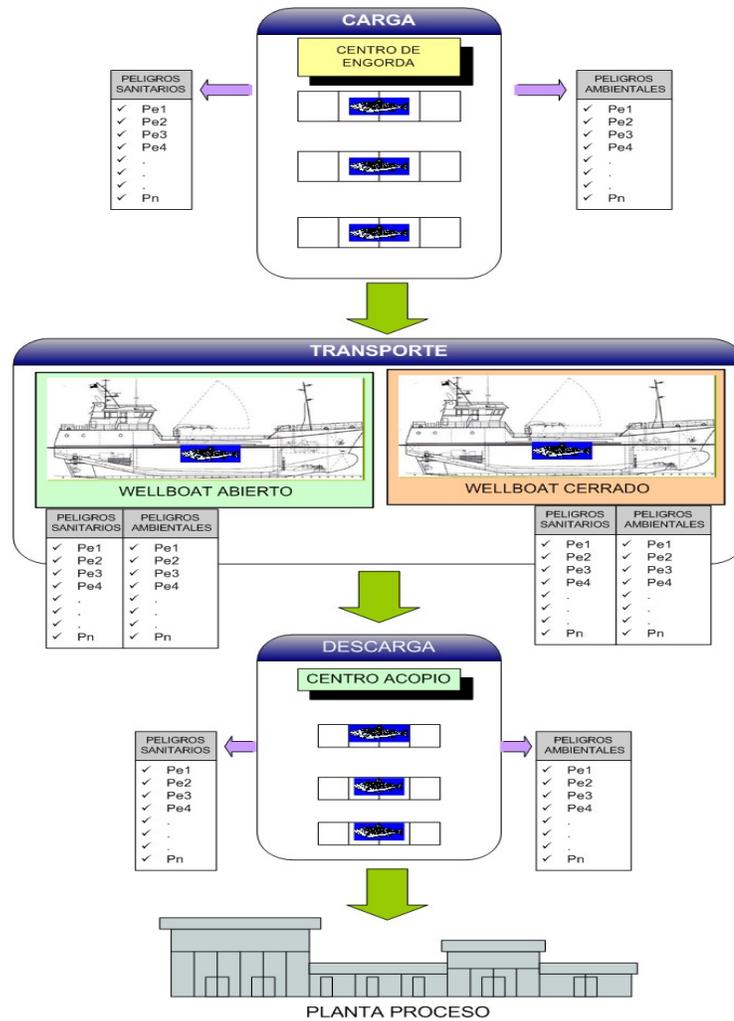
- Contaminación por Materia Orgánica (detritus orgánico de los peces transportados) durante el transporte y la descarga de peces.
- Liberación accidental de peces vivos de salmones o truchas al medio marino en la zona de cosecha o la de descarga en vivero.
- Diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga.
- Transporte y diseminación de dinoflagelados o toxinas de Marea Roja y algas nocivas.

En la encuesta también se solicitó a los expertos sugerir otros peligros sanitarios y ambientales además de los identificados mediante la revisión bibliográfica.

Se estableció como modelo para identificar los peligros, la cosecha de peces vivos mediante el método tradicional y la cosecha utilizando wellboat abierto o cerrado.

El proceso de cosecha fue dividido en tres etapas, la carga, el traslado y la descarga en el vivero o centro de acopio (Fig. 2).

Fig. 2. Esquema fases del proceso de cosecha



### 2.2.2. Evaluación de peligros sanitarios y ambientales

En la evaluación de peligros sanitarios y ambientales se utilizaron los siguientes componentes metodológicos:

a) Revisión bibliográfica

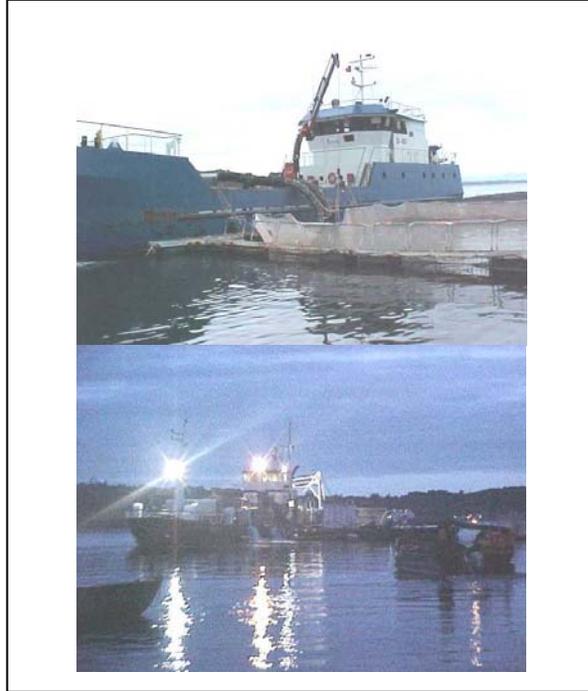
- Estudios: publicaciones relacionados con la evaluación de riesgos de diseminación de agentes patógenos a través de wellboat.
- Normativa nacional e internacional

b) Estudio de parámetros ambientales.

- En la evaluación de los peligros ambientales se realizó una serie de muestreos de parámetros químicos y biológicos.

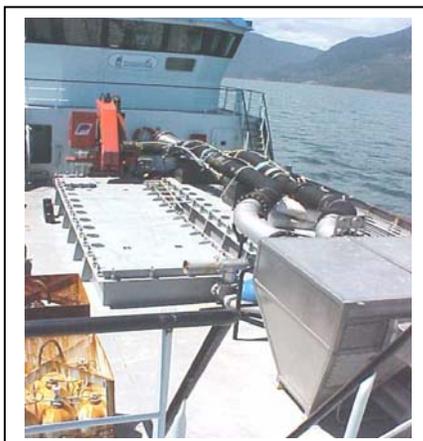
## 2.2.3. Estudio de parámetros ambientales

### 2.2.3.1. Parámetros Químicos



**Fig. 3:** Embarcación 1 y Embarcación 2 del estudio paramétrico ambiental

En el monitoreo se consideró la toma de muestras desde los estanques de almacenamiento de la biomasa, en dos embarcaciones de transporte de peces vivos, la embarcación 1 que opera en la modalidad abierto y la embarcación 2 que opera en la modalidad mixta, o sea abierta y cerrada (Fig. 3). Para el caso de la embarcación 1, que opera con recambio constante del agua de almacenamiento de la biomasa, se realizó la toma de una muestra al comienzo del trayecto, inmediatamente después de cargada la embarcación y, una muestra final compuesta en el tiempo, que representara el total del trayecto. Por su parte, para la embarcación 2 cerrado – con recirculación interna del agua de transporte de la biomasa se realizó similar protocolo de muestreo, sin embargo no pudo ser realizado el muestreo de la modalidad cerrado, ya que esta embarcación se encontraba operando en modalidad abierta.



**Fig. 4.** Estanque de almacenamiento de biomasa

El muestreo, preservación de muestras y tiempos máximos de almacenamiento en todos los análisis, se siguieron los lineamientos indicados por Standard Method 20ed. (APHA et al., 1998). Las muestras fueron analizadas por el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA).

Los parámetros evaluados fueron:

- Determinación de aceites y grasas utilizando el Método Gravimétrico, indicado en la NCh 2313/6 Of97.
- Determinación de sólidos suspendidos totales (SST), a través del Método Gravimétrico, NCh2313/3 Of.95.
- Determinación de Nitrógeno Total Kjendahl (NKT); Método de Digestión y Cuantificación Colorimétrica; NCh2313/28-C98.
- Análisis de fósforo total, Método Espectrométrico, Standard Method 4500-PC.
- Análisis de fosfato, Método Espectrométrico, Standard Method 4500-PC.
- Determinación de amonio ( $\text{NH}_4$ ), Método Nessler Colorimétrico.

**CUADRO 3. Parámetros de Terreno para Embarcación 1**

Muestra	N°	Hora	PH <sup>1</sup> –	T° <sup>2</sup> -	Vol. Muestra (ml)
Embarcación 1 Muestra Inicial	1	11:12	7,4	14,0	1000
	2	12:42	7,2	13,8	300
Embarcación 1 Muestra Compuesta	3	14:12	8,2	15,0	300
	4	15:20	8,3	15,0	300

1 NCh 2313/1.Of95

2 NCh 2313/2.Of95

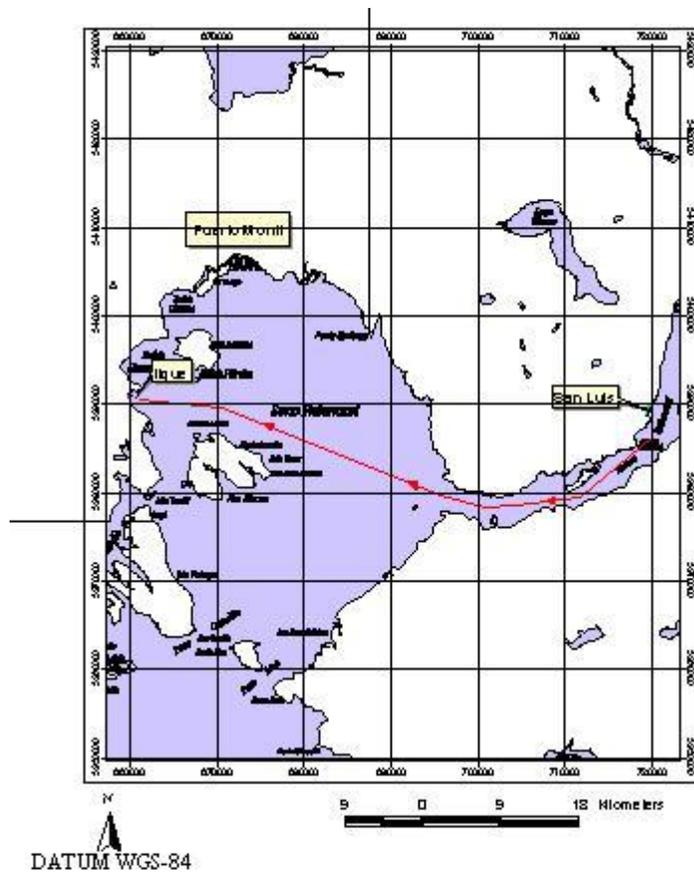
**CUADRO 4. Parámetros de Terreno para Embarcación 2**

Muestra	N°	Hora	PH <sup>1</sup> –	T° <sup>2</sup> -	Vol. Muestra (ml)
Embarcación 2	1	14:26	7,8	14,9	1000
Embarcación 2	2	15:25	7,8	13,8	500
	3	16:23	7,8	14,0	500

1 NCh 2313/1.Of95

2 NCh 2313/2.Of95

Para el caso de la embarcación 1, se monitoreó según el procedimiento antes descrito para el sistema abierto de wellboat. El trayecto de viaje fue desde el centro de engorda de San Luis (Seno de Reloncaví, frente Río Puelo); a Bahía Ilque (Fig. 5). Considerando un tiempo estimado de cuatro horas de viaje, se tomaron tres muestras de 300 ml. en lapsos de una hora cada una. El monitoreo se realizó tomando muestras desde el estanque derecho de transporte, contando dicha embarcación con dos estanques.



**Fig 5.** Trayecto de la embarcación 1 desde el centro de engorda al centro de acopio y planta procesadora de Iquique.

Para el caso de la embarcación 2, se decidió tomar muestras en forma similar a la embarcación 1, ya que por problemas técnicos del sistema de recirculación de aguas, esta se encontraba operando con sistema abierto de transporte. El trayecto de viaje fue desde el centro de engorda ubicado en la isla de Alao a la planta de proceso de la empresa ubicada en Teupa – Chiloé (Fig. 6). Las muestras fueron tomadas desde el único estanque de transporte de la embarcación.



### 2.2.3.2. Parámetros Biológicos

#### 2.2.3.2.1. Muestreo de fitoplancton asociado a marea roja

Dentro de la identificación de peligros medioambientales y de salud pública, se decidió llevar a cabo un estudio para poder estimar el riesgo de diseminación de inóculos de Marea Roja a través del uso de las embarcaciones que transportan peces vivos.

Para tal efecto, se realizó una revisión bibliográfica, destacando el trabajo de Guzmán y col., 2002. “*Alexandrium catenella* y Veneno Paralizante de los Mariscos en Chile”, y consultas a través de una entrevista personal a dos expertos en el tema, uno del Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile y el investigador Sr. Alejandro Clément, director del Laboratorio Plancton Andino Ltda. Se determinaron las zonas donde existe fenómeno de Marea Roja y se estudiaron las rutas de embarcaciones que transportan peces vivos. Así, se concluyó que la ruta más apropiada para estudiar era Quellón – Puyuhuapi, dado que estas localidades constituyen zonas con y sin fenómenos de Marea Roja, registrados respectivamente. Esta ruta es cubierta por una embarcación de transporte de peces vivos, que realiza la cosecha en centros de cultivos ubicados en Puyuhaupi para luego descargar en un centro de acopio en Quellón, donde se ubica la planta procesadora.

El muestreo incluyó la toma de muestras de agua de mar desde los estanques de la embarcación, a través del uso de redes con un tamaño de la malla de 20  $\mu$  (micrones). Las redes fueron lavadas después de su uso entre cada estación de muestreo con agua fresca a presión obtenida desde la red de agua potable de la embarcación. El objetivo de este muestreo fue detectar la presencia de dinoflagelados pertenecientes a las especies *Alexandrium catenella* y *Dinophysis acuta*, agentes causales de los venenos paralizante y diarreico, respectivamente, y de diatomeas del género *Pseudonitzschia* responsables de la intoxicación

amnésica. Cada muestra consistió en una muestra doble; una para el recuento cualitativo y otra para el cuantitativo.

El primer estudio se inició en la zona de Puyuhuapi, para luego finalizar en Quellón, considerando que Puyuhuapi es una zona con presencia de Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM).

Se tomaron un total de 12 muestras dobles (recuento cualitativo y cuantitativo) a lo largo del viaje de vuelta con el siguiente itinerario: Quellón – Golfo Corcovado – Canal Moraleda – Canal Puyuhuapi – Canal Yacaf – Golfo Corcovado – Quellón. La primera muestra (en el origen) se tomó desde el mar directamente, las 22 muestras restantes se tomaron desde los estanques de la embarcación cargados con salmón del Atlántico. Por cada par de muestras se registró la hora, la posición en coordenadas geográficas y algunas observaciones. Para establecer la frecuencia de las muestras se tomó en cuenta la tasa de recambio del agua de los estanques por lo que se estableció que en el inicio del muestreo la frecuencia debía ser alta, alrededor de 4 muestras en la primera hora, para luego ir disminuyendo la intensidad de 2 muestras a 1 muestra por hora hasta arribar en Quellón.

En un segundo estudio se tomaron muestras de uno de los estanques y del mar en forma paralela. De este modo, por cada estación se tomó una muestra cualitativa (red) desde el estanque y dos muestras desde el mar, una cualitativa (red) y otra cuantitativa (superficie). Además, se contó con la presencia de un microscopio a bordo para poder orientar mejor el muestreo de acuerdo a los resultados obtenidos.

Para las muestras obtenidas para los análisis cualitativos se filtraron volúmenes variables por estación, variando entre 60, 80 y 100 L. Las muestras para análisis cuantitativo se tomaron desde el mar en forma indirecta a través de la red de incendios de proa de la embarcación. Dicha red ingresa agua desde el casco del

buque a una profundidad de 5,5 mts. y la moviliza hasta una tubería en la cubierta. En las últimas 5 estaciones del trayecto sólo se tomaron muestras cualitativas (red) tanto de mar como de estanque.

Se realizaron un total de 42 muestras repartidas en 19 estaciones, muestreando simultáneamente en mar y uno de los estanques. La última estación se ubicó a la entrada del Golfo de Corcovado. Por cada estación se registró el nombre del lugar, la hora, posición geográfica en coordenadas Latitud/Longitud (datum WGS84), y algunas observaciones.

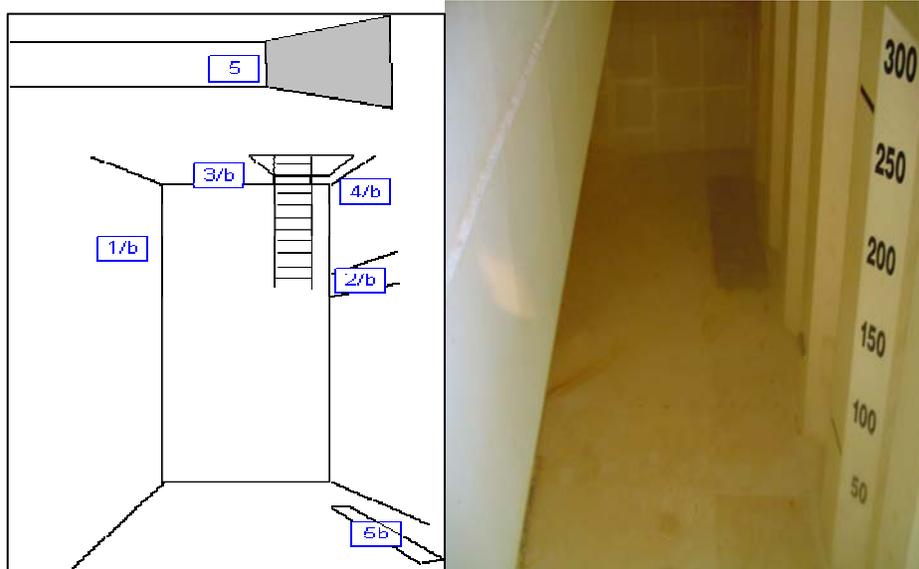
Además, de manera complementaria, se tomaron muestras de semillas de choritos desde el origen para análisis de toxinas marinas, especialmente VPM.

El análisis de las muestras fueron llevadas a cabo en el laboratorio privado Plancton Andino Ltda. en la ciudad de Castro, especializado en fitoplancton. Las muestras de choritos desde el origen para análisis de toxinas marinas fueron analizadas por el Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile, sede Castro.

### 2.2.3.2.2. Muestreo de bacterias

Para cumplir con el objetivo de determinar la presencia bacteriana en los estanques, una vez realizado el transporte de peces vivos, se procedió muestrear las superficies de un estanque antes y después de la aplicación del ozono, una vez realizada la descarga de los peces transportados. Se definieron 5 diferentes puntos de muestreo en el estanque de estribor y un punto en la manguera de succión de los peces (Fig.7) Para cada muestra se solicitó recuento de bacterias mesófilas aeróbicas y de coliformes fecales, expresadas en u.f.c./25 cm<sup>2</sup> de superficie y NMP/25 cm<sup>2</sup> de superficie, respectivamente. Las muestras fueron tomadas con tómulas estériles las que posteriormente fueron refrigeradas y remitidas para su análisis al laboratorio CESMEC Ltda. de Puerto Montt.

**Fig. 7. Estanque de muestreo de sedimento;** 1/b.- pared izquierda a 3 mts altura; 2/b.- pared derecha en declive del techo; 3/b.- techo estanque hacia la proa; 4/b.- techo estanque hacia estribor (der); 5.-bocatoma estanque estribor; 5b.- difusor O2 en la base del estanque

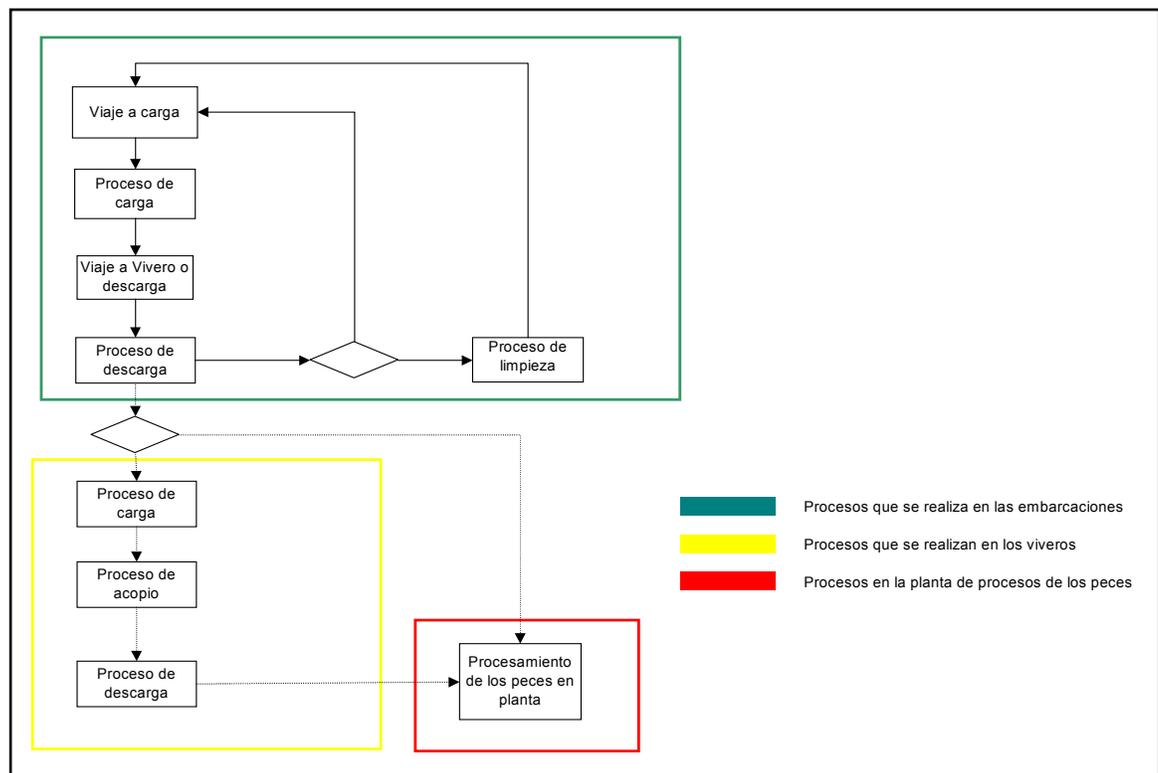


## 2.2.4. Modelación y análisis

Basándose en los resultados de las encuestas y la información obtenida en la revisión bibliográfica y los muestreos en terreno, se construyeron algunos modelos de análisis de riesgo utilizando diagramas de flujo y el programa @Risk.

Se procedió a elaborar un árbol de eventos que permitiese explicar de manera adecuada los eventos implicados en la operación de los barcos que funcionan como embarcaciones de transporte de peces vivos y de los viveros flotantes. Dicho árbol debe poseer la mayor simplicidad posible de manera tal de dar flexibilidad al modelo sin perder de vista los principales eventos involucrados. El árbol propuesto se entrega en la Fig. 8.

**Fig. 8. Árbol de eventos.**



Dentro del árbol los rectángulos simbolizan procesos y los rombos simbolizan opciones. En el árbol de eventos se encuentran tres grupos de procesos, por una parte, están los procesos que ocurren en las embarcaciones mismas, por otra parte los procesos que ocurren en los viveros, y por último los procesos que se desarrollan en la planta de procesamiento. Este último grupo de procesos sólo es mencionado debido a que no todas las empresas que cosechan mediante wellboat hacen uso de viveros para el acopio de los peces cosechados.

Para obtener evaluaciones de probabilidades se procedió a construir una escala de equivalencias de probabilidades entre rangos numéricos y conceptos. En la construcción de esta escala, fueron considerados los siguientes aspectos:

- Poseer simplicidad.
- Poseer un punto intermedio entre los dos extremos.
- Poseer puntos intermedios entre el valor central y los valores extremos.
- Facilidad para expresar con una definición el rango de probabilidades definido.

A fin de cumplir los aspectos previamente señalados, es posible observar que sólo escalas con un mínimo de 5 niveles las cumplirían. Se optó por construir una escala de cinco niveles ya que una escala de un mayor número de niveles por ejemplo de siete o más niveles generan una excesiva confusión y no se logra una adecuada discriminación (Hernández *et al*, 1993). Por otra parte, una escala de tres niveles es demasiado simple y tampoco permitiría una adecuada discriminación entre eventos. La escala propuesta se puede observar en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Escala de Probabilidades

<i>Valor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Valores</i>	<i>Definición, el evento:</i>
0	Despreciable	0% a 10%	Prácticamente no ocurre
1	Baja	11% a 39%	Es muy poco probable de ocurrir
2	Media	40% a 60%	Puede ocurrir con una probabilidad media
3	Alta	61% a 90%	Puede ocurrir con una probabilidad considerable
4	Extrema	91% a 100%	Es muy probable que ocurra

En la definición de las categorías y en su equivalencia en valores se determinó que la escala contara con una simetría en la distribución de los valores porcentuales. Esta característica permite asegurar que el sesgo que se puede cometer al privilegiar valores en uno u otro de los extremos no ocurra, pero es posible que los sesgos ocurran en valores centrales. A pesar de que los sesgos deben minimizarse, varios autores señalan que de ocurrir es preferible que ocurran en los valores centrales antes que en los valores extremos. Esto debido a que los valores extremos tienden a dar una sobre valoración o una sub-valoración de los valores reales de ocurrencia asociados a un evento (Hernández *et al*, 1993).

A fin de obtener las estimaciones de probabilidades asociadas a peligros y eventos puntuales, se procedió a construir una encuesta que fue distribuida a un grupo de expertos pertenecientes a diferentes actividades relacionadas con la actividad de la salmonicultura en Chile. En dicha encuesta se procedió a consultar por la probabilidad de ocurrencia de eventos asociados a peligros tanto en los procesos de cosecha, para el uso de wellboat del tipo cerrados y del tipo abiertos, como en los de acopio en viveros. Adicionalmente, se consultó por los procesos asociados a la cosecha tradicional como una forma de incorporar esta metodología de cosecha en el estudio y llevar a cabo una comparación entre los métodos tradicionales y los que utilizan wellboat.

En la encuesta se solicitó que los expertos indicaran la probabilidad de ocurrencia por medio de un valor asociado a una categoría cualitativa. Esto fue realizado así , debido a que se considera que es más fácil que una persona no necesariamente familiarizada con el uso de probabilidades logre asociar un evento a una probabilidad por medio de un concepto antes que por medio de un valor numérico (Vose, 2001).

Es importante señalar que el uso de paneles de expertos está recomendado en situaciones en las cuales no es posible obtener la información requerida de

fuentes más tradicionales (Hernández *et al*, 1993). Este sistema posee ciertamente ventajas y desventajas. Por una parte, existe la posibilidad de traspasar percepciones de riesgo muy altas o muy bajas al estudio, Dicho sesgo es controlable, pero no se puede eliminar al incorporar en los paneles de expertos a personas que provengan de áreas diferentes aún cuando relacionadas entre sí, tales como pueden ser en este caso provenientes del sector privado, público y académico.

De esta forma es posible incorporar la experiencia personal de cada uno de los expertos en el estudio, experiencia que difiere entre las personas y que sin lugar a dudas es una aporte valioso. Es importante señalar que no existe una metodología aceptada ampliamente que permita determinar con certeza cuantos expertos es necesario consultar en un panel.

Una vez que la encuesta fue respondida por los expertos se procedió a tabular los resultados, y a llevar a cabo una transformación de los valores asociados a categorías cualitativas a intervalos cuantitativos de valores de acuerdo a la escala de equivalencia que había sido construida previamente. Dichos intervalos se asocian a una distribución de probabilidades del tipo uniforme, que tiene como parámetros dos valores (mínimo y máximo) correspondientes a los límites inferiores y superiores del intervalo definido en las escalas de equivalencias. Así, se obtiene un valor único de probabilidades, ya que se poseen tantos valores como expertos respondieron la encuesta. El proceso descrito se realizó de acuerdo con lo propuesto por Vose (1997), en el cual las opiniones de expertos son fusionadas por medio de una distribución de probabilidades discreta.

Una vez obtenidos estos valores se procedió a construir el modelo para ser evaluado por medio del software @Risk. Los parámetros utilizados en este caso correspondieron a 20.000 iteraciones, sin control de convergencia en una sola simulación.

### 2.2.5. Consecuencias económicas

En la evaluación de consecuencias económicas asociadas a los peligros sanitarios y ambientales se utilizaron los siguientes componentes metodológicos:

a) Revisión bibliográfica

- Estudios: publicaciones relacionados con la evaluación de las consecuencias económicas asociadas a peligros sanitarios y ambientales.
- Normativa nacional e internacional

b) Con los antecedentes obtenidos en el proceso de revisión bibliográfica y los resultados de los modelos cualitativo y semicuantitativo se realizó una estimación cualitativa de los costos asociados a la ocurrencia de los peligros.

2.3. Metodología Objetivo Específico 3: Determinar medidas de mitigación para los riesgos de mayor impacto asociados al transporte de peces vivos.

Como metodología de análisis de las posibles medidas de mitigación de riesgos sanitarios y ambientales se utilizó lo siguiente:

#### I) Análisis de Sensibilidad de Modelos de Evaluación de Riesgo

La determinación de medidas de mitigación del riesgo se encuentra fuertemente ligada a los resultados obtenidos en los objetivos específicos 2 y 6. Esto se debe a que en la evaluación del riesgo se debe elaborar un diagrama de flujo con el mayor detalle posible (MacDiarmid, 1993). A partir de este flujo se debe construir un modelo matemático que permita modelar la situación descrita (Vose, 2001). Si el flujo es completo, se obtiene un modelo matemático que posee entre sus elementos, gran parte de los eventos involucrados en el proceso descrito. Los análisis de sensibilidad se llevaron a cabo a partir de los resultados obtenidos utilizando el software @Risk y las funciones de densidad de probabilidades asociadas a los peligros.

El software @Risk entrega directamente los análisis de sensibilidad basándose en dos técnicas estadísticas diferentes:

- Método de Regresión Múltiple Stepwise. (Taucher, 1999; Spiegel, 1994; Rickmers y Todd, 1972)
- Método de Correlación de clasificación de Spearman. (Taucher, 1999; Siegel, 1970).

## II) Encuesta de evaluación de las medidas de mitigación

Se diseñó una encuesta para evaluar las medidas de mitigación, la cual fue entregada a expertos del sector productivo, académico y público (ver Anexo 9).

Los criterios considerados para evaluar las medidas de mitigación fueron:

### a) Importancia de la Medida

Las medidas de mitigación deben ser clasificadas en cuanto a la importancia de ellas en el logro del objetivo planteado, en este caso, minimizar el riesgo de diseminación de enfermedades de alto riesgo y de marea roja.

**Cuadro 6.** Escala de Importancia de las Medidas

Cualitativa	Cuantitativa
Importancia alta	4
Importancia media	3
Importancia baja	2
Sin importancia	1

### b) Factibilidad Técnica

Las medidas de mitigación deben ser técnicamente factibles de implementar por el sector privado (centros de engorda, wellboat, viveros y plantas de procesamiento) y el público (servicio sanitario competente).

**Cuadro 7.** Escala de Factibilidad Técnica

Cualitativa	Cuantitativa
Factibilidad técnica alta	4
Factibilidad técnica media	3
Factibilidad técnica baja	2
Sin factibilidad técnica	1

c) Factibilidad Administrativa

Es la factibilidad de contar con el marco legal, operativo y administrativo para implementar las medidas por parte del sector privado y público.

**Cuadro 8.** Escala de Factibilidad Administrativa

Cualitativa	Cuantitativa
Factibilidad administrativa alta	4
Factibilidad administrativa media	3
Factibilidad administrativa baja	2
Sin factibilidad administrativa	1

d) Factibilidad Económica

En principio, la implementación de medidas de mitigación técnicamente factibles requiere previamente de un análisis costo/beneficio (CB). Un análisis CB debe considerar tanto impactos (positivos y negativos) privados como los sociales o públicos.

Una medida tiene factibilidad económica en la medida que la relación costo/beneficio público-privado es igual o mayor que 1.

**Cuadro 9.** Escala de Factibilidad Económica

Cualitativa	Cuantitativa
Factibilidad económica alta	4
Factibilidad económica media	3
Factibilidad económica baja	2
Sin factibilidad económica	1

#### 2.4. Metodología Objetivo Específico 4: Elaborar un Manual de Buenas Prácticas de Operación para las embarcaciones que transportan peces

Los sistemas denominados de “Buenas Prácticas de Manejo” (BPM) corresponden a instrumentos que aseguren la protección de la salud de los consumidores y del medio ambiente, atributos de valor que se le puede dar a los productos alimenticios, y por lo tanto son responsabilidad de los actores participantes de la cadena agroalimentaria.

Dado que un Manual de Buenas Practicas debe responder a las características propias de un sistema productivo, se planteó la redacción de las bases de manuales de Buenas Prácticas Operacionales BPO, para el transporte de peces vivos y para viveros flotantes.

La metodología utilizada para la elaboración del Manual de Buenas Prácticas Operacionales, consistió en una primera etapa en la obtención de información, que principalmente se realizó a través de la revisión de información bibliográfica y de diferentes experiencias en distintas partes del mundo. Posteriormente se realizaron entrevistas a expertos y se recogió la experiencia en terreno de las operaciones de los sistemas. Esta concluyó con la elaboración de documentos de base con las especificaciones técnicas mínimas para el funcionamiento de barcos de transporte de peces y viveros flotantes.

Finalmente, luego de definir actores relevantes a ser consultados en el proceso de validación de la especificación técnica, se difundió el documento de base sobre el cual se realizaron los comentarios y observaciones los que finalmente fueron vertidos en el documento final.

## 2.5. Metodología Objetivo Específico 5: Describir y caracterizar los viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos operativos en el país

Con el fin de cumplir con este objetivo se diseñó un instrumento de medición en el formato de encuesta, con una metodología similar a la ocupada en la elaboración de la encuesta de wellboat, descrita con anterioridad.

La selección del instrumento de medición, se llevó a cabo construyendo esta encuesta (Anexo 3) que incorporó elementos tales como: identificación de la empresa y caracterización del vivero flotante, incluyendo cercanía a centros de cultivo, tipos de instalaciones, descripción del personal y sus funciones, procedimientos operacionales, entre otros.

El objetivo de la encuesta fue obtener un conocimiento general del bajo número de viveros flotantes existentes en el país, de manera de lograr caracterizarlos apropiadamente.

Paralelamente, la encuesta fue programada con una visita a terreno de un centro de acopio o vivero, para permitir al equipo de investigación formarse una adecuada idea de la realidad del funcionamiento de un centro de acopio en plena operación.

Con relación a la aplicación del instrumento, se evaluó que la mejor opción era el utilizar un formato electrónico que permitiese una rápida respuesta y un buen seguimiento del envío y recepción de ella.

La recolección de los datos se llevó a cabo por medio de la recepción de los archivos electrónicos enviados por los encuestados.

Por último, la preparación de las medidas obtenidas incluye la recolección, tabulación, codificación y análisis preliminar de los resultados obtenidos. La tabulación fue llevada a cabo por medio del traspaso de las respuestas de las encuestas a una base de datos única y consolidada para permitir un adecuado manejo de la información obtenida.

2.6. Metodología Objetivo Específico 6: Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados a la instalación y operación de viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos.

Se utilizó la misma metodología empleada en la identificación y evaluación de riesgo de peligros sanitarios y ambientales en el transporte de peces vivos.

2.7. Metodología Objetivo Específico 7: Determinar las condiciones de instalación y operación de viveros flotantes de salmónidos que permitan minimizar los riesgos sanitarios y ambientales.

Se utilizó la misma metodología empleada en la identificación y evaluación de riesgo de peligros sanitarios y ambientales en el transporte de peces vivos.

2.8. Metodología Objetivo Específico 8: Elaborar un Manual de Buenas Prácticas de Operación para los viveros flotantes.

Se utilizó la misma metodología del objetivo específico 4, Elaborar un Manual de Buenas Prácticas de Operación para las embarcaciones que transportan peces.

## **V. RESULTADOS**

A continuación se indican para cada uno de los objetivos específicos los resultados obtenidos en el proyecto.

### **1. Resultados Objetivo Específico 1**

Describir y clasificar las embarcaciones utilizadas para el traslado de peces vivos en la industria salmonicultora del país.

#### **1.1. Catastro de embarcaciones**

El número de embarcaciones operativas actualmente en el país utilizadas para el transporte de peces vivos, es de 12 naves distribuidas en 8 empresas como lo indica el siguiente esquema:

1. Empresa A: 4 embarcaciones
2. Empresa B: 1 embarcación
3. Empresa C: 1 embarcación
4. Empresa D: 2 embarcaciones
5. Empresa E: 1 embarcación
6. Empresa F: 1 embarcación
7. Empresa G: 1 embarcación
8. Empresa H 1 embarcación

El catastro es presentado en forma codificada (empresas y embarcaciones), debido a requerimientos de manejo confidencial de la información, solicitados por las empresas encuestadas.

El detalle de dicho catastro se muestra en el Cuadro 10, donde se consideran el nombre de la empresa propietaria de la nave y datos relacionados con la antigüedad y con aspectos físicos de las embarcaciones.

**CUADRO 10. Catastro de Embarcaciones**

N°	Empresa	Embarcación	Año Botadura	TRG (Tonelaje de Registro Grueso)	N° Estanques de Transporte	Transporte de Biomasa (Toneladas)	Tipo de Sistema de Circulación de Agua (SCA)
1	A	I	1983	240	2	40	Abierto
2	A	II	1985	298	2	52	Abierto
3	A	III	2002	509	2	75	Abierto
4	A	IV	2003	N/D	2	90	Abierto
5	B	I	2002	536	2	30	Abierto y Cerrado
6	C	I	1967	330	2	105	Abierto y Cerrado
7	D	I	1966	357	6	40	Abierto
8	D	II	1967	133	4	N/D	Abierto
9	E	I	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
10	F	I	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
11	G	I	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
12	H	I	2003 <sup>(1)</sup>	N/D	2 <sup>(1)</sup>	78 <sup>(1)</sup>	Abierto y Cerrado <sup>(1)</sup>

N/D: Información No Disponible

Fuente: Encuestas contestadas por empresas propietarias de cada embarcación de transporte de peces vivos

<sup>(1)</sup> Artículo de prensa de [www.aqua.cl](http://www.aqua.cl).

Respecto a los registros de la Gobernación Marítima de la Armada de Chile, en el Cuadro 11 se entrega un resumen acerca de la información para las embarcaciones wellboat operativas en el país. Es importante señalar que en estos registros no se hace mención alguna acerca de la especificidad de estas naves, con relación a su actividad como medio de transporte de peces vivos.

**CUADRO 11.** Información de los registros de la Gobernación Marítima de la Armada de Chile

<b>EMBARCACIÓN</b>	<b>DISTINTIVO DE LLAMADA</b>	<b>TIPO GENERAL DE NAVE</b>	<b>TIPO ESPECIAL DE NAVE</b>	<b>PUERTO DE OPERACIONES</b>	<b>TRG</b>	<b>ARMADOR</b>
PATAGON I	CB 7676	Buque Flota Mercante	Lancha	Pto. Cisnes	240	José Bertoldo Aguilera Adriaola
PATAGON II	CB 6540	Buque Flota Mercante	Buque Carga General	Pto. Montt	236	Patagonia Travelling Service
PATAGON III	CB 6924	Buque Flota Mercante	Buque Carga General	Pto. Montt	509	Patagonia Travelling Service
PATAGON IV	CB 7846	Buque Flota Mercante	Buque Carga General	N/D	N/D	Patagonia Travelling Service
JON FINNISON	N/D	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Chonchi	536	Marine Harvest
ANA CRISTINA	CB 4032	Buque Flota Pesquera	Barco Pesquero	San Vicente	330	Compañía Pesquera Camanchaca
CHACABUCO III	CB 2806	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	357	Altamarine Service
BALLESTAS	CB 2526	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	132	Altamarine Service
FRANZ	CB 2349	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	285	Constantino Kochifas Cárcamo
JULIETA	CB 7147	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	612	Detroit Diesel Mtu-Allison, Chile
MAGDALENA I	CB 5043	Barco Pesquero	N/D	N/D	567,8	Pesquera Nacional S.A.
DON ANTONIO	CB 7791	N/D	Buque Carga General	N/D	660	Pesca Chile S.A.

N/D: Información No Disponible

Fuente: Control Local de Inspección de Naves (CLIN), Gobernación Marítima, Armada de Chile

## 1.2. Descripción de las embarcaciones

Mediante las encuestas, se recopilieron datos de ocho de las doce embarcaciones operativas en el país. De este grupo, el 75% son barcos reacondicionados para cumplir con el servicio de transporte de peces, y el 25% ellos son barcos fabricados específicamente para estos fines.

En el Cuadro 12, se puede observar que la mayoría de los barcos operativos tiene un sistema abierto respecto a la circulación de agua (proa-popa) en los estanques o bodegas donde se transportan los peces.

**CUADRO 12**

**Número de naves por sistema de circulación de agua según el tipo de barco.**

Tipo de Barco	Sistema de Circulación de Agua		Total general
	Abierto	Abierto y Cerrado (Mixto)	
Acondicionado	4	2	6
Construido	2	0 <sup>ii</sup>	2
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

Los barcos con sistema abierto de circulación de agua, a diferencia de los wellboat con sistema mixto (abierto y cerrado), no cuentan con sistemas de tratamiento de agua (ver Cuadro 13).

**CUADRO 13**

**Número de naves por posesión de sistema de tratamiento de aguas según el sistema de circulación del agua.**

Sistema Circulación de Agua	Tiene Sistema de Tratamiento de Agua		Total general
	No	Si	
Mixto	0	2	2
Abierto	6	0	6
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

<sup>ii</sup> En el mes de agosto del 2003 entró en operación una nueva embarcación construida específicamente como wellboat con sistema de circulación de agua mixto.

Situación similar ocurre con los sistemas de enfriamiento del agua. Los dos barcos con sistema de circulación de agua mixto, poseen un sistema de enfriamiento del agua (ver Cuadro 14).

**CUADRO 14**

**Número de naves por posesión de sistema de enfriamiento de aguas según el tipo de sistema de circulación de agua**

Sistema de Circulación de Agua	Tiene Sistema de Enfriamiento de Agua		Total general
	No	Si	
Mixto	0	2	2
Abierto	6	0	6
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

Como se puede apreciar en el Cuadro 15 todos los barcos, independientemente del tipo de sistema de circulación de agua que posean, tienen algún sistema de oxigenación de los estanques o bodega de transporte de peces vivos.

**CUADRO 15**

**Número de naves por posesión de sistema de oxigenación de aguas según el tipo de barco**

Sistema de Circulación de Agua	Tiene Sistema de Oxigenación de Agua		Total general
	Si	No	
Mixto	6	0	6
Abierto	2	0	2
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

En el Cuadro 16 aparece reflejada la diferencia en la densidad de transporte de peces vivos, según el sistema de circulación de agua de la embarcación.

**CUADRO 16**

**Densidades de transporte mínimas y máximas por sistema de circulación de agua**

Sistema de Circulación de Agua	Biomasa kg/m <sup>3</sup>	
	Mín	Máx
Mixto	85	305
Abierto	108	129

Según las encuestas procesadas, todos los barcos operativos tienen un sistema de monitoreo de las condiciones del medio donde son transportados los peces vivos (ver Cuadro 17), y el 100% de estas embarcaciones cuentan con registros de este proceso de monitoreo (ver Cuadro 18).

**CUADRO 17**

**Número de naves por existencia de sistema de monitoreo de peces según el sistema de circulación de agua**

Sistema de Circulación de Agua	Sistema Monitoreo de Peces		Total general
	Si	No	
Mixto	6	0	6
Abierto	2	0	2
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

**CUADRO 18**

**Número de naves por existencia de registros de monitoreo de peces según el sistema de circulación de agua**

Tipo de Barco	Registros de Monitoreo Peces		Total general
	Si	No	
Mixto	2	0	2
Abierto	6	0	6
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

Respecto a lo anterior, los parámetros de concentración de oxígeno ([O<sub>2</sub>]), pH y temperatura son monitoreados en todos los barcos, independiente de su sistema de circulación de agua. Para el parámetro concentración de dióxido de carbono ([CO<sub>2</sub>]), se observa que de las encuestas procesadas, el 100% de las embarcaciones con sistema mixto lo monitorean, mientras que sólo el 33% de las que cuentan con sistema abierto lo hacen (Cuadro 19).

**CUADRO 19**

**Número de barcos por variable monitoreada según sistema de circulación de agua**

Tipo de Barco	Variables Monitoreadas			
	[O <sub>2</sub> ]	pH	[CO <sub>2</sub> ]	Temperatura
Mixto	2	2	2	2
Abierto	6	6	2	4
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Respecto al sistema de carga y descarga de peces (Cuadros 20 y 21), los barcos construidos como wellboat, cuentan con sistemas de vacío y presión positiva en los estanques o bodegas, además de las bombas de vacío.

**CUADRO 20**

**Número de naves por tipo de carga de peces según el tipo de barco**

Tipo de Barco	Tipo de Carga				Total General
	Redes	Bombas de Vacío	Vacío en Bodega	Quechón húmedo	
Acondicionado	0	4	0	2	6
Construido	0	2	2	0	4
<b>Total General</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>

**CUADRO 21**

**Número de naves por tipo de descarga de peces según el tipo de barco**

Tipo de Barco	Tipo de Descarga				Total General
	Redes	Bombas de Vacío	Presión Positiva en bodega	Quechón húmedo	
Acondicionado	2	4	0	0	6
Construido	0	2	2	0	4
<b>Total General</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>10</b>

Cabe mencionar, que en la carga y descarga de peces hay otra serie de factores o procedimientos que son empleados y que difieren de un barco a otro, por ejemplo, las maniobras que se realizan con el llenado de estanques de “lastre” (estanque de proa) para obtener un mejor ángulo de inclinación para el vaciado de las bodegas.

Según los resultados, la mayoría de las embarcaciones (6 de las 8 encuestadas) presta servicios de transporte de peces vivos a otras empresas (más de una empresa). Las empresas salmoneras recurren mayoritariamente a empresas de servicio y no invierten en sus propias embarcaciones (Cuadro 22).

**CUADRO 22**

**Número de naves por prestación de servicios a empresas diferentes de la propietaria, según el tipo de barco**

Tipo de Barco	Presta servicios a otras empresas		Total general
	No	Si	
<b>Acondicionado</b>	2	4	<b>6</b>
<b>Construido</b>	0	2	<b>2</b>
<b>Total general</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

Con relación al servicio de transporte, en el Cuadro 23 se puede observar que todos los barcos encuestados realizan más de un tipo de servicio. El 100 % de los wellboat realizan traslados de peces vivos de cosecha y de smolts, independiente de la clase de embarcación (acondicionada o construida como wellboat). Solamente las embarcaciones menos especializadas desde el punto de vista de diseño inicial (acondionadas) dedican parte del tiempo a transportar carga distinta a peces vivos, que generalmente son objetos tales como redes, alimentos y artículos inanimados en general.

**CUADRO 23**

Número de naves por tipo de servicios que presta, según el tipo de barco

Tipo de Barco	Tipo de Servicios		
	Cosecha	Transporte de smolts	Transporte de objetos
Acondicionado	6	6	3
<b>Construido</b>	2	2	0
<b>Total General</b>	8	8	3

En el Cuadro 24 se describe la tripulación de las embarcaciones encuestadas, es importante notar la existencia de un cargo que está relacionado específicamente con el manejo de los peces transportados, denominado “fishmaster”. Dicho cargo, es ocupado en la mayoría de los casos por un profesional o técnico que ha recibido capacitación especial acerca del monitoreo y control de los parámetros fisiológicos de los peces.

**CUADRO 24**

Número de tripulantes total y relacionada con maniobra de peces, según embarcación

Empresa	Nave	Capitán	Piloto	Maniobras	Apoyo Maniobras	Traslado de peces “Fishmaster”	Motorista	Cocinero
A	I	1	1	1	1	1	1	1
A	II	1	1	1	1	1	1	1
A	III	1	1	1	1	1	1	1
A	IV	1	1	1	1	1	1	1
B	I	1	1	1	5	1	3	1
C	I	1	1	1	2	1	1	1
D	I	1	1	1	s.i.	1	1	1
D	II	1	1	1	s.i.	1	1	1

s.i.: sin información

### 1.3. Clasificación de Wellboat

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

- Criterio 1: Tipo de barco
  1. Acondicionado: barcos construidos con otros fines y sometidos a un reacondicionamiento para realizar el transporte de peces vivos.
  2. Construido: barcos construidos específicamente para el transporte de peces vivos.
- Criterio 2: Sistema de Circulación de Agua
  1. Abierto: es un sistema abierto donde el agua entra por la proa de barco por una compuerta y un conducto que llega a las bodegas. La salida del agua es por la popa.
  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 el tratamiento adecuado de ella, es decir, la filtración, aplicación de oxígeno, reducción de CO<sub>2</sub>, eliminación de espuma y enfriamiento del agua.
- Criterio 3: 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.
- Criterio 4: Sistema de Monitoreo
  1. Gases disueltos
  2. Temperatura
- Criterio 5: Tipo de Servicio Prestado
  1. Cosecha
  2. Transporte Smolt
  3. Transporte de Objetos

#### 1.4. Observaciones

Del total de 12 embarcaciones descritas en el catastro, 8 contestaron las encuestas. Los motivos de la falta de respuesta de las 4 embarcaciones restantes se describen a continuación:

- i.- Una nave no estaba operativa a la fecha de la realización de la encuesta, ya que se encontraba en astillero en reparaciones.
- ii.- Otra embarcación no fue contactada, debido a que la fecha de inicio de operaciones de ella (Agosto 2003) fue posterior al inicio de la ejecución de la encuesta, y por lo tanto no fue considerada dentro de la programación inicial.
- iii.- Una empresa se automarginó por su falta de disposición a la entrega de información, pese al compromiso de confidencialidad de información asumido por la Universidad.
- iv.- No se recibió respuesta de una empresa, a pesar de que inicialmente comprometió su participación.

Se debe aclarar un punto importante, referente a los procedimientos de limpieza y desinfección para cada operación realizada por los wellboat encuestados. Ellos no fueron utilizados como factores para la clasificación de las embarcaciones, debido a que, como se menciona en la Metodología, para elaborar una buena clasificación deben ser consideradas variables que cumplan con ciertos aspectos como un limitado número de valores y que las variables elegidas deberían generar en lo posible categorías excluyentes entre sí, de forma tal que los estratos resultantes no posean áreas de intersección.

Entonces, como ninguno de estos dos aspectos se pueden lograr con variables que caractericen los procedimientos de limpieza de superficies y maquinarias de los wellboat encuestados; ya que son más bien descriptivos y muy variables de una embarcación a otra, la información se entrega en las encuestas anexadas en este informe.

## **2. Resultados Objetivo Específico 2:**

Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados al transporte de peces vivos en embarcaciones dentro del territorio nacional.

Según los resultados de las encuestas, la revisión bibliográfica y los modelos de riesgo se han logrado determinar los peligros sanitarios (PS) y peligros ambientales (PA) asociados al proceso de cosecha de peces vivos, carga, transporte y descarga. Además, se ha incorporado el proceso de cosecha tradicional en la identificación de peligros y la evaluación de riesgo como punto de comparación con la cosecha con wellboat abierto y con wellboat cerrado.

Las encuestas fueron enviadas a ocho expertos vinculados a los ámbitos productivo, académico y al sector público (autoridad sanitaria competente). De éstas, cuatro encuestas fueron respondidas en el plazo establecido. A solicitud de dos de los expertos de mantener el anonimato, se decidió mantener reserva respecto al nombre de las personas encuestadas.

### **2.1 Identificación peligros sanitarios**

Los peligros sanitarios asociados a los procesos de cosecha tradicional o a la utilización de embarcaciones de transporte de peces vivos, corresponden a la probabilidad de diseminación de un agente patógeno desde un centro productivo de origen, a uno o más centros productivos cercanos a la ruta de las embarcaciones, antes de su llegada o durante la descarga en el vivero flotante.

Las enfermedades o agentes patógenos considerados y verificados por el panel de expertos fueron:

- Furunculosis (PS.01)
- IPN (PS.02)
- SRS (PS.03)
- BKD (PS.04)
- Cocáceas Gram Positivas (PS.05)
- Anemia Infecciosa del Salmón (PS.06)
- Furunculosis Atípica (PS.07)
- Vibriosis (PS.08)

Los expertos identificaron para los tres tipos de cosecha los peligros que tienen alguna probabilidad de ocurrencia en las distintas fases de carga, transporte y descarga de peces (ver Fig. 2 y Cuadro 25).

**Cuadro 25.** Peligros sanitarios identificados por tipo de cosecha y según etapa.

Peligros	Tradicional			Wellboat Abierto			Wellboat Cerrado		
	Carga	Transporte	Descarga	Carga	Transporte	Descarga	Cosecha	Transporte	Descarga
PS.01	√	√	√	√	√	√	√		√
PS.02	√	√	√	√	√	√	√		√
PS.03	√	√	√	√	√	√	√		√
PS.04	√	√	√	√	√	√	√		√
PS.05	√	√	√	√	√	√	√		√
PS.06	√	√	√	√	√	√	√		√
PS.07	√	√	√	√	√	√	√		√
PS.08	√	√	√	√	√	√	√		√

Bajo la modalidad de cosecha con wellboat cerrado al no haber circulación abierta de agua, los peligros sanitarios durante el transporte no se identifican.

## 2.2 Identificación de peligros ambientales

Los peligros ambientales asociados a la cosecha de peces en forma tradicional o con la utilización de wellboat con cierta probabilidad de ocurrencia son:

- Diseminación de enfermedades de moluscos. (PA.01)
- Contaminación con materia orgánica. (PA.02)
- Liberación accidental de peces. (PA.03)
- Diseminación de enfermedades que pueden afectar a peces silvestres. (PA.04)
- Diseminación de organismos bioinvasores. (PA.05)
- Transporte y diseminación de dinoflagelados asociados al fenómeno de marea roja. (PA.06)

En el Cuadro 26 se aprecia la identificación de los peligros según el tipo de cosecha y su etapa.

**Cuadro 26.** Peligros ambientales identificados por tipo de cosecha y según etapa.

Peligros	Tradicional			Wellboat Abierto			Wellboat Cerrado		
	Cosecha	Transporte	Descarga	Cosecha	Transporte	Descarga	Cosecha	Transporte	Descarga
PA.01	√	√	√	√	√	√	√		√
PA.02	√	√	√	√	√	√	√		√
PA.03	√	√	√	√	√	√	√		√
PA.04	√	√	√	√	√	√	√		√
PA.05	√	√	√	√	√	√	√		√
PA.06	√	√	√	√	√	√	√		√

## 2.3 Evaluación de riesgos sanitarios

### 2.3.1. Evaluación Cualitativa

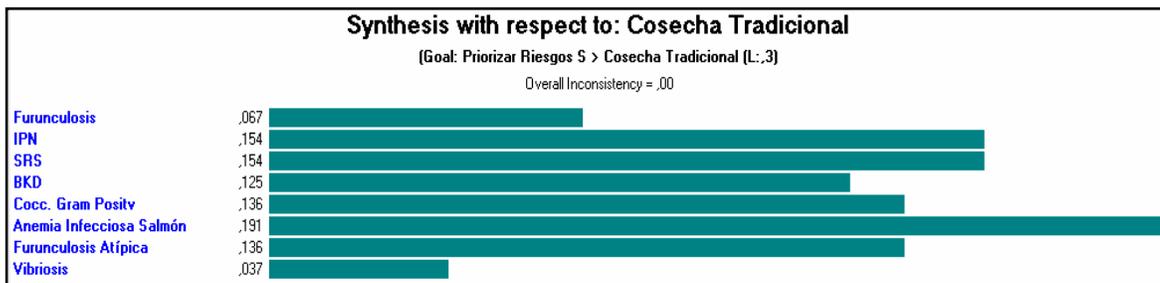
En la utilización del modelo de matrices de riesgo, el resultado de la consulta al panel de expertos en cuanto a los peligros sanitarios en el proceso de cosecha tradicional se puede observar en el Cuadro 27 que la furunculosis (PS.01) y la vibriosis (PS.08), presentan los niveles más bajo de probabilidad de diseminación, con una categoría de despreciable en las tres fases del proceso. En cambio, la anemia infecciosa del salmón (PS.06) presenta el mayor riesgo de ocurrencia de diseminación durante el proceso de cosecha tradicional si se encuentra presente, con una categoría de probabilidad media (40 a 60%).

**Cuadro 27.** Categoría de probabilidad de peligros sanitarios en proceso de cosecha tradicional utilizando matrices de estimación de riesgo.

<b>Peligros</b>	<b>Carga</b>	<b>Transporte</b>	<b>Descarga</b>
PS.01	Despreciable	Despreciable	Despreciable
PS.02	Baja	Baja	Baja
PS.03	Baja	Baja	Baja
PS.04	Baja	Despreciable	Baja
PS.05	Baja	Baja	Baja
PS.06	Media	Media	Media
PS.07	Baja	Baja	Baja
PS.08	Despreciable	Despreciable	Despreciable

Al analizar las respuestas de los expertos con el método AHP, los peligros son priorizados según la estimación de la probabilidad de ocurrencia y ajustados al peso relativo de los criterios utilizados. Según los resultados del AHP, el peligro con mayor peso de probabilidad de ocurrencia corresponde a la anemia infecciosa del salmón, seguido por SRS e IPN. El peligro con menor peso corresponde a vibriosis (ver Fig. 9).

**Fig. 9.** Ranking peligros sanitarios en cosecha tradicional. Método AHP.



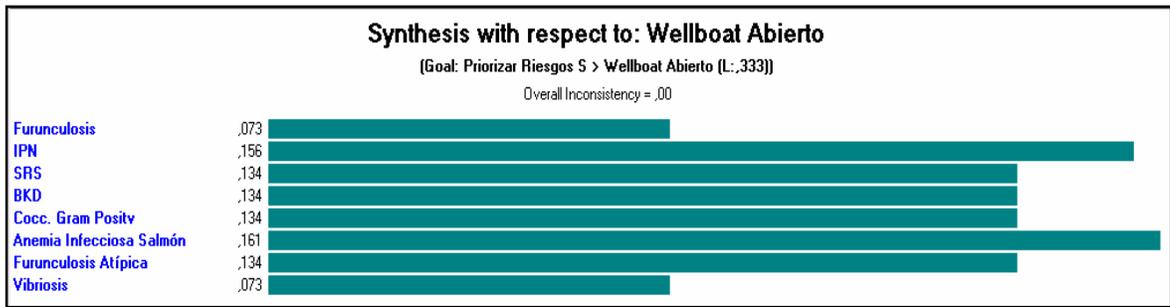
En cuanto a los peligros sanitarios asociados al proceso de cosecha con wellboat abierto, las matrices de riesgo indican que el peligro con menor probabilidad de diseminación corresponde a las enfermedades furunculosis y vibriosis. El resto de los peligros presentan igual nivel de probabilidad, en el rango de categorías de despreciable y baja (ver Cuadro 28).

**Cuadro. 28.** Probabilidad de ocurrencia de peligros sanitarios en proceso de cosecha con wellboat abierto.

Peligros	Carga	Transporte	Descarga
PS.01	Despreciable	Despreciable	Despreciable
PS.02	Despreciable	Baja	Baja
PS.03	Despreciable	Baja	Baja
PS.04	Despreciable	Baja	Baja
PS.05	Despreciable	Baja	Baja
PS.06	Despreciable	Baja	Baja
PS.07	Despreciable	Baja	Baja
PS.08	Despreciable	Despreciable	Despreciale

Con el método AHP, se observa cierta diferencia donde aparecen anemia infecciosa del salmón e IPN con mayores pesos en la probabilidad de diseminación (ver Fig. 10) cuando se utiliza el transporte de peces en wellboat abierto.

**Fig. 10** Ranking peligros sanitarios en cosecha con wellboat abierto. Método AHP

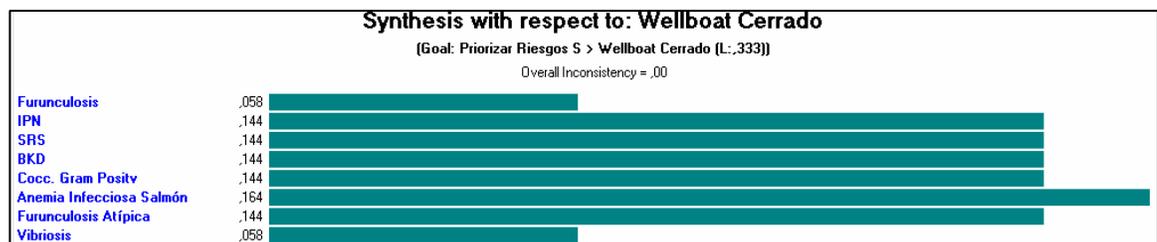


En los procesos de cosecha utilizando wellboat cerrado, los peligros sanitarios sólo se identifican en las etapas de carga y descarga de peces. Las enfermedades de menor probabilidad de diseminación son vibriosis y furunculosis, mientras ISA presenta en la fase de carga una probabilidad baja (11% a 39%) a diferencia de las otras enfermedades con una categoría despreciable (0% a 10%) (Cuadro 29).

**Cuadro 29.** Probabilidad de ocurrencia de peligros sanitarios en proceso de cosecha con wellboat cerrado.

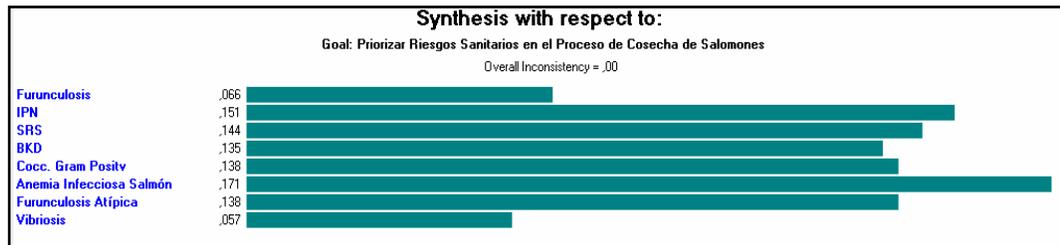
Peligros	Carga	Transporte	Descarga
PS.01	Despreciable		Baja
PS.02	Despreciable		Baja
PS.03	Despreciable		Baja
PS.04	Despreciable		Baja
PS.05	Despreciable		Baja
PS.06	Baja		Baja
PS.07	Despreciable		Baja
PS.08	Despreciable		Despreciable

**Fig. 11.** Ranking peligros sanitarios en cosecha con wellboat cerrado. Método AHP



Considerando los tres tipos de procesos de cosecha en el método AHP, ISA aparece en primer lugar como la enfermedad con mayor probabilidad de diseminación, en comparación con los otros peligros considerados, le sigue IPN y SRS en segundo y tercer lugar (Fig. 12). Todo esto considerando que los valores de probabilidad se mueven en el rango de despreciable a baja en la escala de probabilidad utilizada.

**Fig. 12.** Síntesis de prioridad de peligros sanitarios. Método AHP.



### 2.3.2. Evaluación Semicuantitativa

Una vez llevado a cabo los procesos de simulación en @Risk, se obtiene un reporte de resultados que se presentan como probabilidad mínima, máxima y un valor medio.

#### a. Diseminación de Furunculosis

En el cuadro 30 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de furunculosis.

**Cuadro 30**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de furunculosis por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Minimo	Valor Maximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	7.97805E-10	0.000952759	0.000125052
Wellboat Abierto	1.05989E-10	0.000933199	0.000124606
Wellboat Cerrado	1.11079E-10	0.000971782	0.000125509

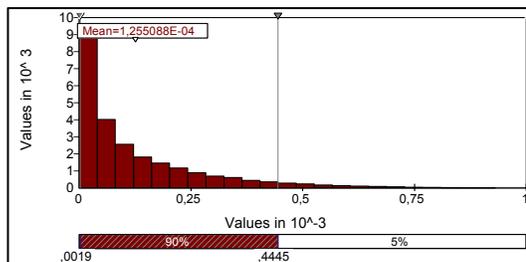


Fig. 13. Curva de probabilidades de furunculosis para cosecha tradicional

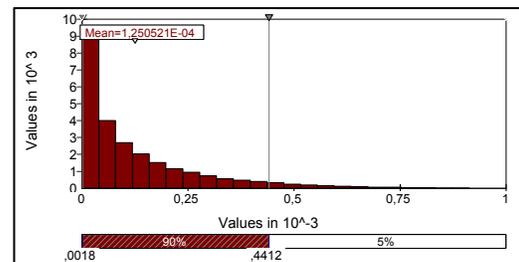


Fig. 14. Curva de probabilidades de furunculosis para cosecha wellboat abierto.

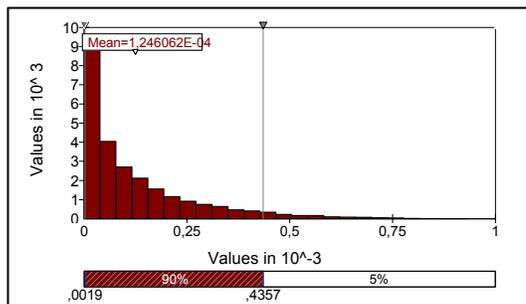


Fig. 15. Curva de probabilidades de furunculosis para cosecha wellboat cerrado

De los resultados obtenidos es posible destacar que las tres curvas poseen un marcado sesgo a la izquierda, lo que habla de una clara tendencia de las probabilidades a enmarcarse en valores más bien bajos, los coeficientes momento

de sesgo permiten rechazar la hipótesis nula de que las curvas son normales ( $p > 0,05$ ). Dicha situación se ve corroborada al observar los valores mínimo, medio y máximo de las distribuciones. No es posible observar en este caso diferencias claras ni estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tipos de cosecha evaluados.

b. Diseminación de IPN

En el cuadro 31 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de IPN.

**Cuadro 31**  
**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de IPN por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Minimo	Valor Maximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.757348776	0.991759956	0.870976916
Wellboat Abierto	0.065312333	0.210053593	0.124987844
Wellboat Cerrado	0.229111731	0.708288133	0.43031048

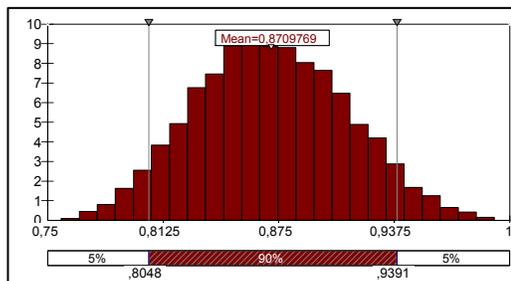


Fig. 16. Curva de probabilidades de IPN para cosecha tradicional

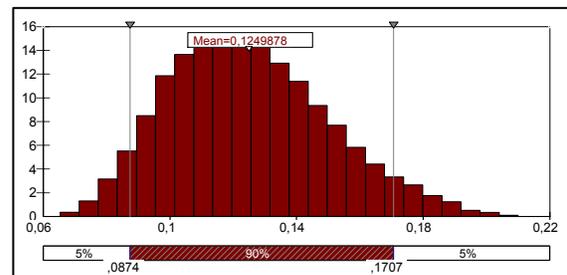


Fig.17. Curva de probabilidades de IPN para Wellboat abierto.

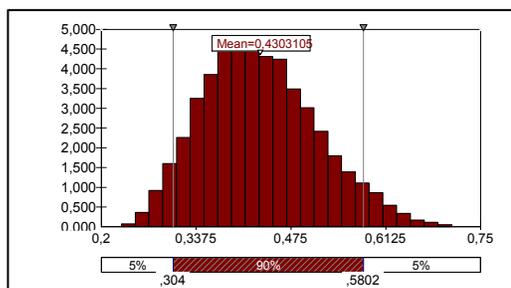


Fig. 18 Curva de probabilidades de IPN para Wellboat Cerrado

En el caso del análisis de la diseminación de IPN es posible observar que las curvas poseen una forma centrada con unos leves sesgos a la izquierda por parte de las curvas correspondientes a wellboat tanto abiertos como cerrados. Los coeficientes momento de sesgo no permiten afirmar que dichas curvas no son

normales ( $p < 0,05$ ). Por otra parte si es posible encontrar diferencias significativas estadísticamente entre los valores medios de las probabilidades ( $p < 0,05$ ).

### c. Diseminación de SRS

En el cuadro 32 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de SRS.

#### CUADRO 32

Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de SRS por tipo de cosecha

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.757797182	0.995631516	0.870991465
Wellboat Abierto	0.064558007	0.213921949	0.124999262
Wellboat Cerrado	0.233021647	0.72014302	0.430311456

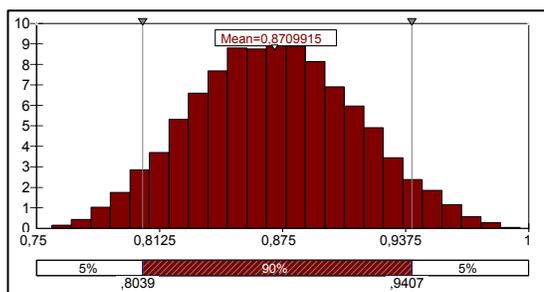


Fig. 19. Curva de probabilidades de diseminación de SRS para Cosecha Tradicional

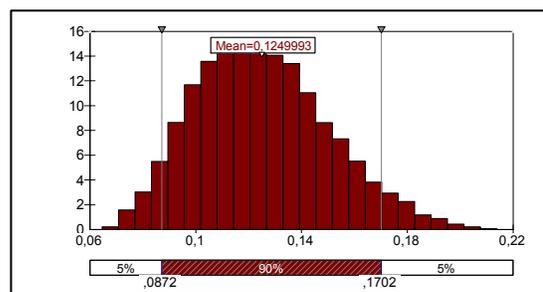


Fig. 20. Curva de probabilidades de diseminación de SRS para wellboat abierto

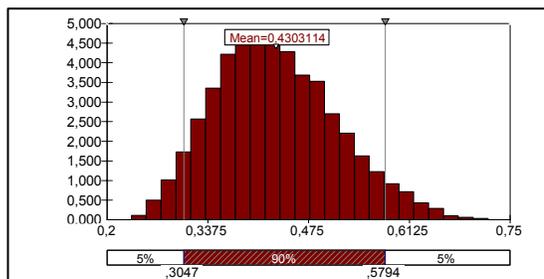


Fig. 21. Curva de probabilidades de diseminación de SRS para Wellboat Cerrado

Al observar los gráficos que representan las densidades de probabilidad resultante de analizar la diseminación de SRS, es posible afirmar que las tres curvas poseen una forma relativamente simétrica con leves sesgos a la izquierda en las curvas de los wellboat, no siendo posible descartar la normalidad de las curvas ( $p < 0,05$ ). Por

otra parte existen diferencias significativas estadísticamente entre las medias ( $p > 0,05$ ).

d. Diseminación de BKD

En el cuadro 33 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de BKD.

**Cuadro 33**

Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de BKD por tipo de cosecha

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.759064436	0.994816303	0.870993652
Wellboat Abierto	0.066114359	0.213124573	0.125007311
Wellboat Cerrado	0.236757874	0.722532928	0.430434976

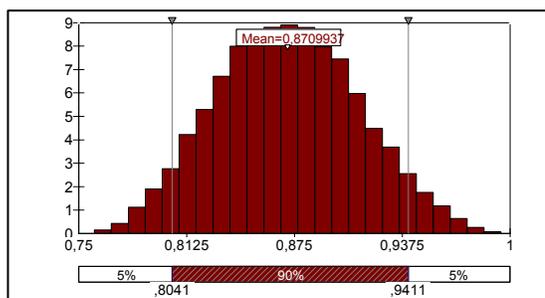


Fig. 22. Curva de probabilidades de diseminación de BKD para cosecha tradicional

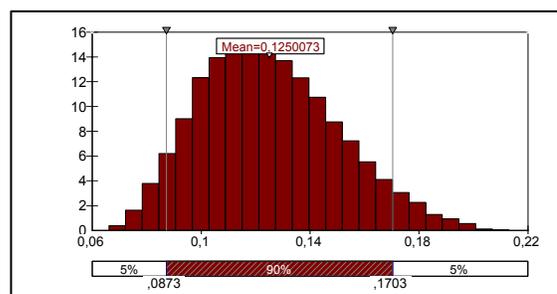


Fig. 23. Curva de probabilidades de diseminación de BKD para wellboat abierto

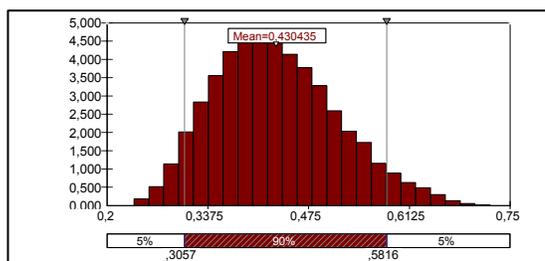


Fig. 24. Curva de probabilidades de diseminación de BKD para wellboat cerrado

Al analizar los resultados obtenidos para el modelo de diseminación de BKD es posible observar que a pesar de poseer una apariencia centrada para las curvas tanto de wellboat abierto como cerrado se puede rechazar su normalidad ( $p > 0,05$ ), no así para la curva de cosecha tradicional ( $p < 0,05$ ). Adicionalmente se observan diferencias significativas entre los valores medios ( $p > 0,05$ ).

e. Diseminación de Cocáceas Gram positivas

En el cuadro 34 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de Cocáceas Gram positivas.

**Cuadro 34**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Cocáceas Gram positivas furunculosis por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.756047487	0.996465623	0.870976811
Wellboat Abierto	0.066284612	0.214588732	0.124995556
Wellboat Cerrado	0.234442011	0.71754235	0.430361077

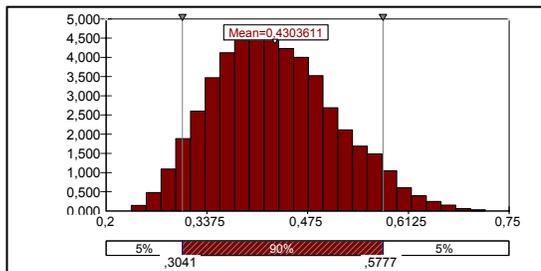


Fig. 25. Curva de probabilidades de diseminación de Cocaceas para cosecha tradicional

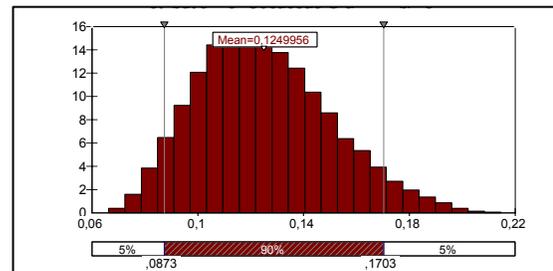


Fig. 26. Curva de probabilidades de diseminación de Cocaceas para wellboat abierto

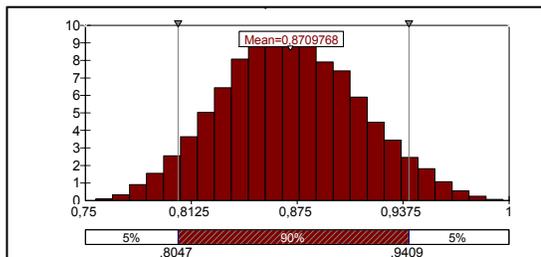


Fig. 27. Curva de probabilidades de diseminación de Cocaceas para wellboat cerrado.

De los resultados obtenidos en el análisis de la diseminación de cocáceas gram positivas es posible concluir que tanto la curva de cosecha tradicional como la curva de wellboat abiertos poseen un leve sesgo a la izquierda pero dicho sesgo no es significativo estadísticamente ( $p > 0,05$ ). Por otra parte es posible determinar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios ( $p < 0,05$ )

f. Diseminación de Anemia Infecciosa del Salmón

En el cuadro 35 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de Anemia infecciosa del Salmón.

**Cuadro 35**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Anemia Infecciosa del Salmón por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.758252203	0.994813085	0.870989179
Wellboat Abierto	0.066653669	0.210865438	0.125008739
Wellboat Cerrado	0.228054792	0.712089777	0.430425578

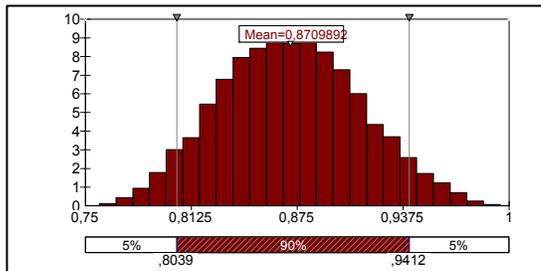


Fig.28. Curva de probabilidades de Anemia Infecciosa del Salmón para cosecha tradicional

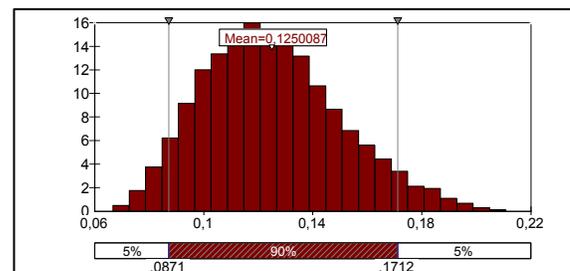


Fig.29. Curva de probabilidades de Anemia Infecciosa del Salmón para wellboat abierto

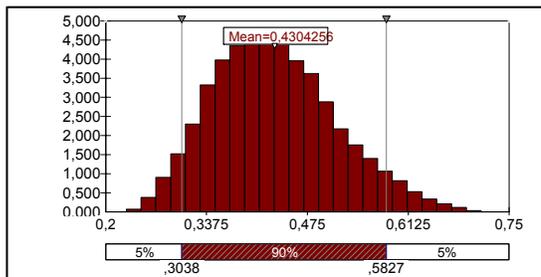


Fig.30. Curva de probabilidades de Anemia Infecciosa del Salmón para wellboat cerrado

Al observar los gráficos obtenidos del análisis de la diseminación de Anemia Infecciosa del Salmón es posible observar que las curvas poseen una forma centrada con leves sesgos a la izquierda en el caso de las curvas de wellboat tanto abiertos como cerrados, pero dichos sesgos no son significativos estadísticamente ( $p > 0,05$ ). Por otra parte es posible observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios ( $p < 0,05$ ).

g. Diseminación de Furunculosis Atípica

En el cuadro 36 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de furunculosis atípica.

**Cuadro 36**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Furunculosis atípica por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.76132375	0.996237278	0.870997997
Wellboat Abierto	0.066576712	0.211011156	0.125031705
Wellboat Cerrado	0.230286539	0.722750127	0.430401244

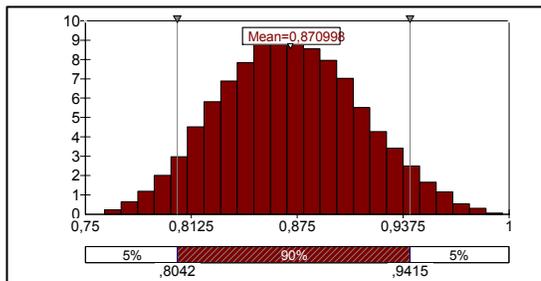


Fig. 31. Curva de probabilidades de Furunculosis Atípica para cosecha tradicional

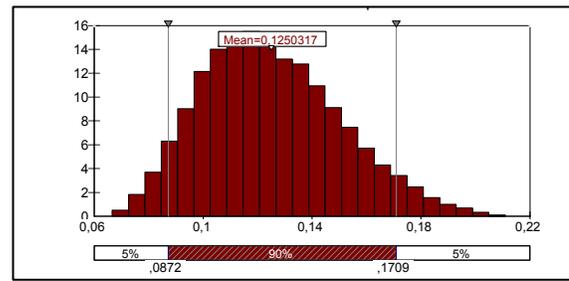


Fig. 32. Curva de probabilidades de Furunculosis Atípica para wellboat abierto

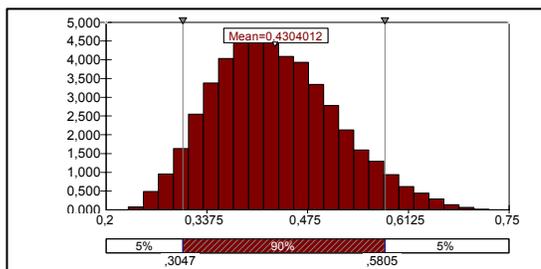


Fig. 33. Curva de probabilidades de Furunculosis Atípica para wellboat cerrado

De los gráficos obtenidos en el análisis de la diseminación de Furunculosis atípica es posible observar que las curvas de wellboat tanto abiertos como cerrados poseen un sesgo a la izquierda que es estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ). Adicionalmente es posible mencionar que existen diferencias significativas entre las medias ( $p < 0,05$ ).

## h. Diseminación de Vibriosis

En el cuadro 37 es posible encontrar los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de Vibriosis.

### Cuadro 37

Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de Vibriosis por tipo de cosecha

Tipo de cosecha	Valor Minimo	Valor Maximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	1.14051E-08	0.003755077	0.000627437
Wellboat Abierto	8.89096E-07	0.034711279	0.012493852
Wellboat Cerrado	4.73755E-07	0.022687007	0.006235535

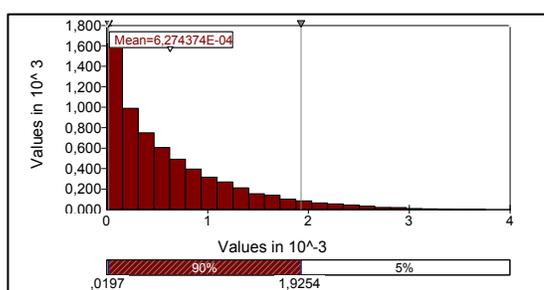


Fig. 34. Curva de probabilidades de Vibriosis para cosecha tradicional

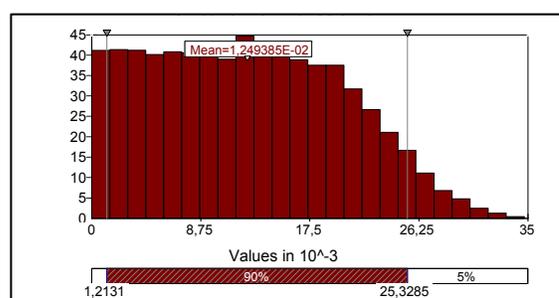


Fig. 35. Curva de probabilidades de Vibriosis para wellboat abierto

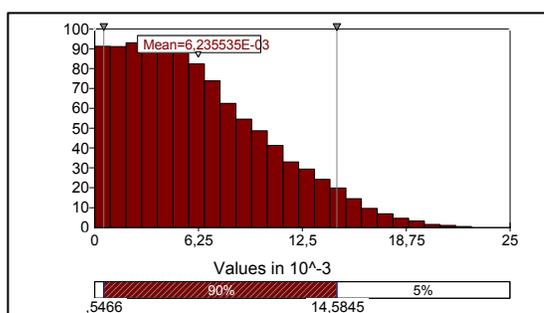


Fig. 36. Curva de probabilidades de Vibriosis para wellboat cerrado

Al observar los gráficos que representan las densidades de probabilidad obtenidas para los diferentes métodos de cosecha para la diseminación de Vibriosis es posible observar que poseen formas claramente sesgadas a la izquierda lo que se confirma estadísticamente ( $p > 0,05$ ). Por otra parte es posible señalar que los valores medios poseen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Los resultados permiten analizar cada una de las variables por separado comparando los tres tipos de cosechas analizadas, cosecha tradicional, cosecha mediante wellboat abiertos y cosecha mediante wellboat cerrados.

## 2.4 Evaluación de riesgos ambientales

Diseminación de enfermedades de moluscos	(PA.01)
Contaminación con materia orgánica	(PA.02)
Liberación accidental de peces	(PA.03)
Diseminación de enfermedades que pueden afectar a peces silvestres	(PA.04)
Diseminación de organismos bioinvasores	(PA.05)
Transporte y diseminación de dinoflagelados asociados al fenómeno de marea roja	(PA.06)

### 2.4.1. Evaluación Cualitativa

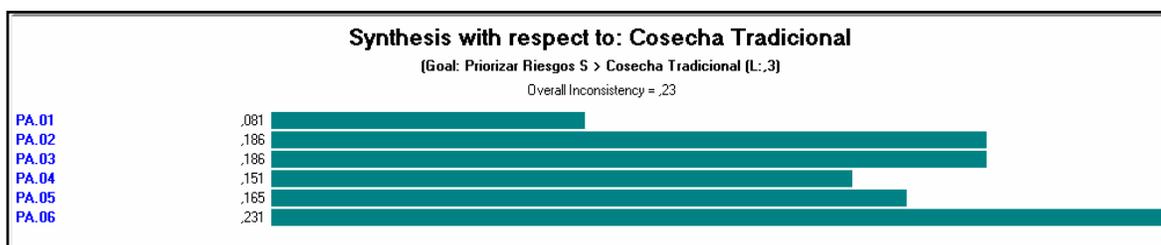
Al utilizar las matrices de la escala cualitativa, los resultados sobre los peligros ambientales relacionados con la cosecha tradicional de peces vivos, indican que ellos se encuentran en una categoría de probabilidad entre *Despreciable* y *Media* (Cuadro 38).-

**Cuadro 38.** Probabilidad de ocurrencia de peligros ambientales en proceso de cosecha tradicional .

Peligros	Carga	Transporte	Descarga
PA.01	Despreciable	Despreciables	Despreciable
PA.02	Despreciable	Despreciable	Despreciable
PA.03	Baja	Baja	Baja
PA.04	Media	Media	Media
PA.05	Despreciable	Despreciable	Despreciable
PA.06	Baja	Baja	Baja

Sin embargo, al ocupar el método AHP, el peligro con mayor peso en probabilidad de ocurrencia corresponde al transporte y diseminación de Marea Roja (PA.06), seguido por los peligros de contaminación orgánica (PA.02) y liberación accidental de peces (PA.03).

**Fig. 37.** Ranking peligros ambientales en cosecha tradicional. Método AHP.



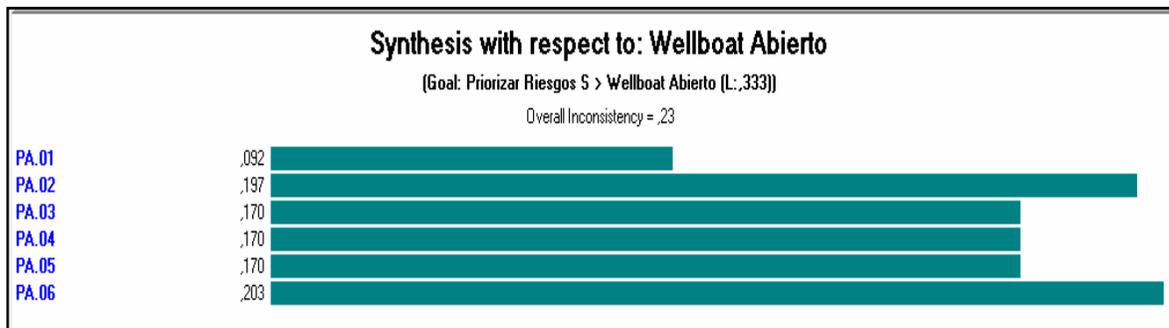
En el proceso de cosecha con wellboat abierto, los rangos de probabilidad se mueven entre las categorías de probabilidad *Despreciable* y *Baja* (Cuadro 39).

**Cuadro 39.** Probabilidad de ocurrencia de peligros ambientales en proceso de cosecha con wellboat abierto.

<b>Peligros</b>	<b>Carga</b>	<b>Transporte</b>	<b>Descarga</b>
PA.01	Despreciable	Despreciable	Despreciable
PA.02	Despreciable	Despreciable	Despreciable
PA.03	Baja	Baja	Baja
PA.04	Baja	Baja	Baja
PA.05	Despreciable	Despreciable	Despreciable
PA.06	Despreciable	Despreciable	Despreciable

En este caso, los peligros con mayor peso en probabilidad de ocurrencia son el transporte y diseminación de marea roja y la contaminación con materia orgánica (Fig 38).

**Fig. 38.** Ranking peligros ambientales en cosecha con wellboat abierto. Método AHP



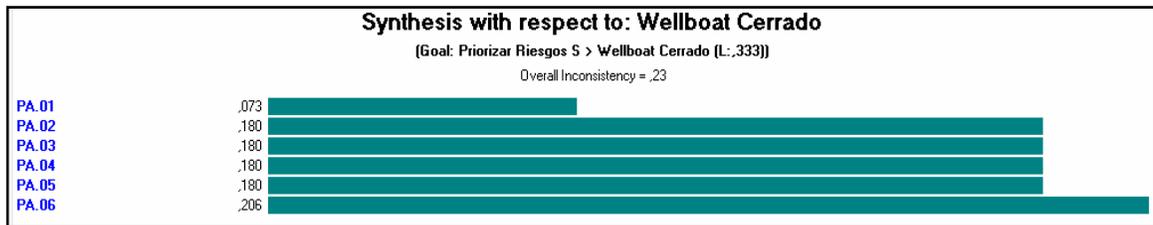
En la cosecha con wellboat cerrado, la probabilidad de ocurrencia de los peligros ambientales se mueve en la categoría *Baja* (Cuadro 40).

**Cuadro 40.** Probabilidad de ocurrencia de peligros sanitarios en proceso de cosecha con wellboat cerrado.

Peligros	Carga	Transporte	Descarga
PS.01	Baja		Baja
PS.02	Baja		Baja
PS.03	Baja		Baja
PS.04	Baja		Baja
PS.05	Baja		Baja
PS.06	Baja		Baja

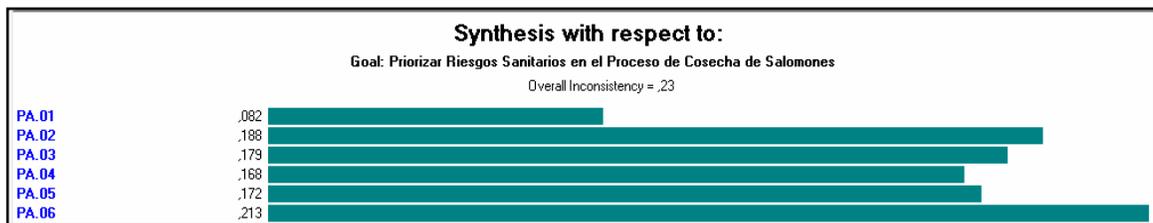
A diferencia con las otras formas de cosecha, durante el transporte la diseminación de Marea Roja no constituiría un peligro. Sin embargo, al momento de cosecha y descarga este peligro presenta la mayor probabilidad relativa de ocurrencia (Fig. 39).

**Fig. 39.** Ranking peligros ambientales en cosecha con wellboat cerrado. Método AHP.



En síntesis, considerando los tres procesos de transporte, el peligro ambiental con mayor probabilidad relativa de ocurrencia es la diseminación de Marea Roja, seguido por la contaminación orgánica en segundo lugar, y la liberación accidental de peces vivos en tercer lugar (Fig. 40).

**Fig. 40.** Síntesis de prioridad de peligros ambientales. Método AHP



## 2.4.2. Estudio de Parámetros Ambientales

En los resultados de los análisis de las muestras tomadas en las embarcaciones 1 y 2 se pueden observar niveles por debajo de los límites de detección (LD) para la determinación de grasas y aceites (ver Cuadro 41).

**CUADRO 41.** Determinación de aceites y grasas

Muestra	Concentración (mg /L)
<u>Embarcación 1</u> Muestra Inicial	< LD
Muestra Compuesta	< LD
<u>Embarcación 2</u> Muestra Inicial	< LD
Muestra Compuesta	< LD

---

LD= 10,19

En el caso de los sólidos suspendidos los valores para las muestras de la embarcación 1 y los valores determinados en el sitio de partida del viaje son mayores que los valores detectados durante el trayecto (ver Cuadro 42).

**CUADRO 42.** Determinación de sólidos suspendidos totales (SST)

Muestra	SST (mg/L)
<u>Embarcación 1</u> Muestra Inicial	65,1
<u>Embarcación 1</u> Muestra Compuesta	54,1

---

LD= 5,69

Para los sólidos suspendidos, el valor detectado en la muestra tomada en el sitio de partida fue mayor que el detectado en la muestra compuesta por submuestras tomadas durante el trayecto.

La determinación de nitrógeno total, indica una disminución entre los valores obtenidos de la muestra tomada en el centro de engorda y los obtenidos de las muestras tomadas durante el trayecto, para ambas embarcaciones (ver Cuadro 43).

**CUADRO 43.** Determinación de nitrógeno total Kjendahl

Muestra	NKT( mg/L )
<u>Embarcación 1</u> Muestra Inicial	2,38
Muestra Compuesta	1,79
<u>Embarcación 2</u> Tiempo Inicial	1,53
Muestra Compuesta	0,81
LD= 0,78	

Como se muestra en el Cuadro 44, para el análisis de fósforo total, todas las muestras tomadas arrojaron valores inferiores al límite de detección (LD).

**CUADRO 44.** Análisis de fósforo total

Muestra	Fósforo ( mg/L )
<u>Embarcación 1</u> Muestra Inicial	< LD
Muestra Compuesta	< LD
<u>Embarcación 2</u> Muestra Inicial	< LD
Muestra Compuesta	< LD
LD= 0,58	

El análisis de fosfato de las muestras tomadas en la Embarcación 1, arrojó valores inferiores al límite de detección (ver Cuadro 45).

**CUADRO 45.** Análisis de fosfato.

Muestra	Fósforo ( mg/L )
<u>Embarcación 1</u> Muestra Inicial	< LD
Muestra Compuesta	< LD

LD: 0,58

Como lo indica el Cuadro 46, el amonio disminuye durante el transporte en el caso de las muestras tomadas en el Embarcación 1 pero aumenta en las muestras de la Embarcación 2.

**CUADRO 46.** Determinación de amonio (NH<sub>4</sub>)

Muestra	NH <sub>4</sub> (mg/L)
<u>Embarcación 1</u> Muestra Inicial	1,540
Muestra Compuesta	1,121
<u>Embarcación 2</u> Muestra Inicial	1,240
Muestra Compuesta	1,320

LD= 0,056

### 2.4.3. Evaluación Semicuantitativa

- a. Diseminación de agentes patógenos de moluscos (apm) a otras zonas o centros de cultivo

En el cuadro 47 se ofrecen los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de agentes patógenos de moluscos a otras zonas o centros de cultivo.

#### Cuadro 47

Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de agentes patógenos de moluscos a otras zonas o centros de cultivo por tipo de cosecha

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.001434803	0.057875112	0.015619431
Wellboat Abierto	5.12415E-10	0.000970677	0.000125707
Wellboat Cerrado	0.001614337	0.056209452	0.015618665

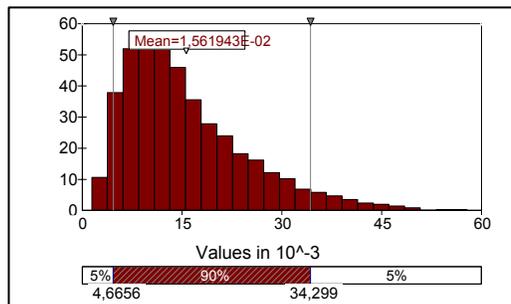


Fig. 41. Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos de moluscos para cosecha tradicional.

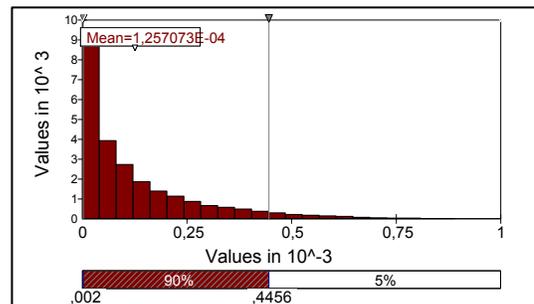


Fig. 42. Curva de probabilidades de diseminación agentes patógenos de moluscos para wellboat abierto

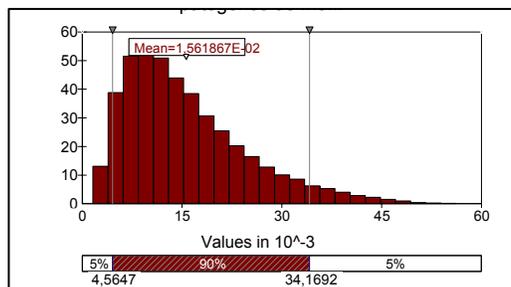


Fig. 43. Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos de moluscos para wellboat cerrado

Al analizar los resultados obtenidos del modelo de diseminación de agentes patógenos para moluscos es posible destacar que las tres curvas poseen sesgo significativo estadísticamente a la izquierda ( $p < 0,05$ ). Por otra parte existen

diferencias estadísticamente significativas entre el valor medio de los wellboat abiertos en comparación a los otros dos ( $p < 0,05$ ).

b. Contaminación por Materia Orgánica (detritus orgánico de los peces transportados)

En el cuadro 48 se aprecian los resultados obtenidos para la evaluación de la contaminación por Materia Orgánica (detritus orgánico de los peces transportados).

**Cuadro 48**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la contaminación por Materia Orgánica (detritus orgánico de los peces transportados) por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Minimo	Valor Maximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	4.22063E-10	0.000942405	0.000124612
Wellboat Abierto	4.56593E-10	0.000951198	0.000124943
Wellboat Cerrado	0.228511393	0.720950842	0.430410707

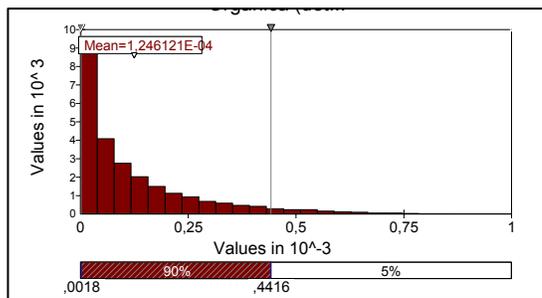


Fig. 44. Curva de probabilidades de contaminación por materia orgánica para cosecha tradicional

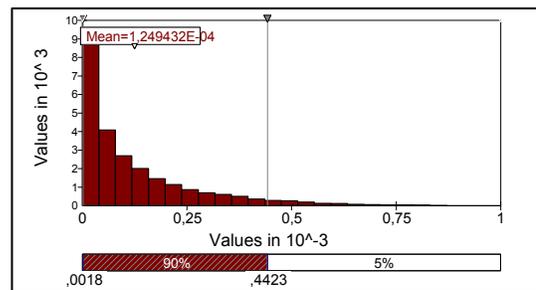


Fig. 45. Curva de probabilidades de contaminación por materia orgánica para wellboat abierto

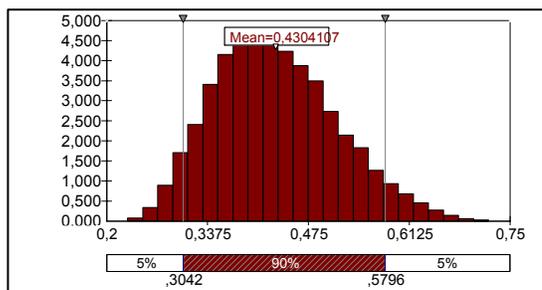


Fig. 46. Curva de probabilidades de contaminación por Materia Orgánica para wellboat cerrado

Al analizar los resultados obtenidos para las probabilidades de contaminación con materia orgánica es posible describir que tanto las curvas de cosecha tradicional como de wellboat abiertos poseen un marcado sesgo a la izquierda ( $p < 0,05$ ), lo cual indica que en tanto que la curva de wellboat cerrado posee una forma centrada sin sesgo significativo ( $p > 0,05$ ). Por otra parte el valor medio de wellboat cerrados es diferente estadísticamente de los valores de los otros dos tipos de cosecha ( $p < 0,05$ ).

### c. Contaminación por Fósforo

En el cuadro 49 se ofrecen los resultados obtenidos para la evaluación de la contaminación por Fósforo.

#### Cuadro 49

Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la contaminación por Fosforo por tipo de cosecha

Tipo de cosecha	Valor Minimo	Valor Maximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	1.67384E-09	0.00098109	0.000124659
Wellboat Abierto	2.33514E-10	0.000954974	0.000125199
Wellboat Cerrado	2.0102E-10	0.000929563	0.000125068

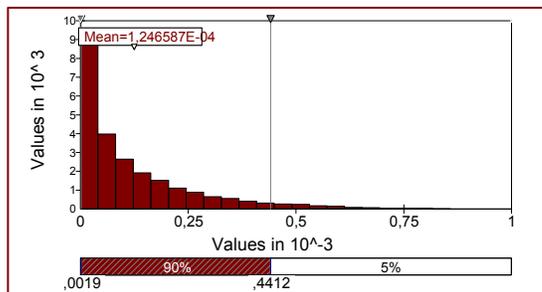


Fig. 47. Curva de probabilidades de contaminación por Fósforo para cosecha tradicional.

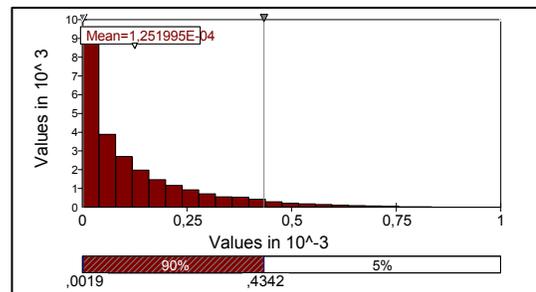


Fig. 48. Curva de probabilidades de contaminación por Fósforo para wellboat abierto.

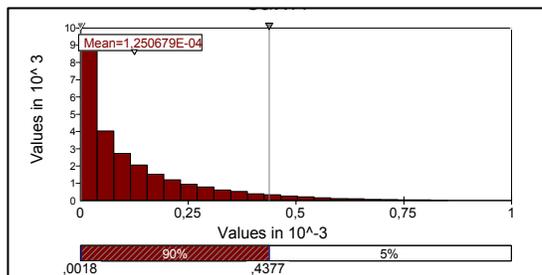


Fig. 49. Curva de probabilidades de contaminación por Fósforo para wellboat cerrado

De los resultados obtenidos para el análisis de contaminación por Fósforo es posible percatarse de que las tres curvas poseen un marcado sesgo a la izquierda que es estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ). Al observar los valores medios es posible afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos ( $p < 0,05$ ).

#### d. Contaminación por Nitrógeno

En el cuadro 50 se entregan los resultados obtenidos para la evaluación de la contaminación por Nitrógeno.

**Cuadro 50**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la contaminación con Nitrógeno por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	3.27078E-10	0.000920454	0.000124499
Wellboat Abierto	2.98401E-09	0.00095804	0.000124084
Wellboat Cerrado	3.46778E-10	0.000947346	0.000125622

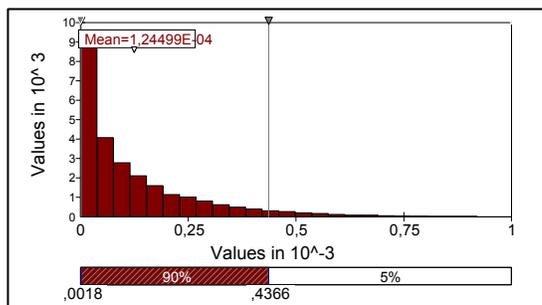


Fig. 50. Curva de probabilidades de contaminación por Nitrógeno para cosecha tradicional

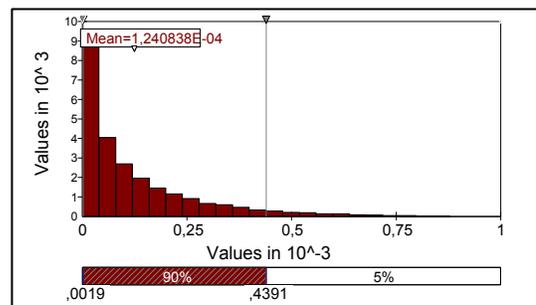


Fig. 51. Curva de probabilidades de contaminación por Nitrógeno para wellboat abierto

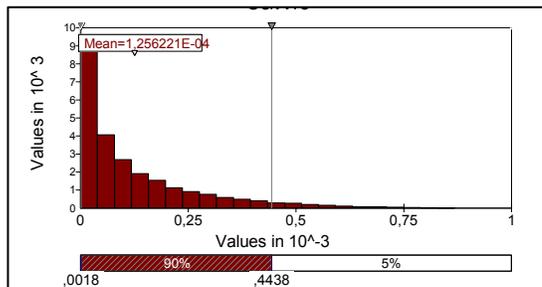


Fig. 52. Curva de probabilidades de contaminación por Nitrógeno para wellboat cerrado

De los resultados obtenidos para el análisis de contaminación por Nitrógeno es posible observar que las tres curvas poseen un marcado sesgo a la izquierda que resulta ser significativo estadísticamente ( $p < 0,05$ ). Al observar los valores medios es posible afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos ( $p > 0,05$ ).

e. Liberación accidental de salmónidos al medio

En el cuadro 51 se entregan los resultados obtenidos para la evaluación de la liberación accidental de salmónidos al medio.

**Cuadro 51**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la liberación accidental de salmónidos al medio por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.067182757	0.213581026	0.12501056
Wellboat Abierto	0.06627997	0.210834801	0.125017639
Wellboat Cerrado	0.065480821	0.212457865	0.125024061

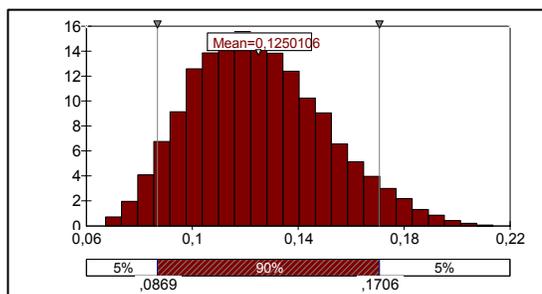


Fig. 53. Curva de probabilidades de liberación accidental de salmónidos al medio para cosecha tradicional.

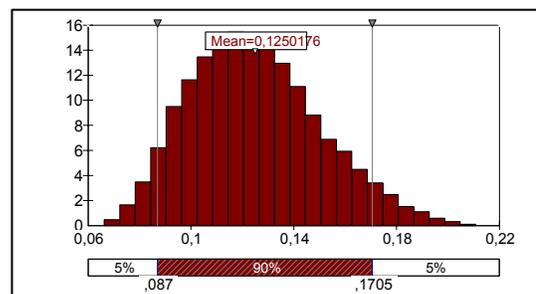


Fig. 54. Curva de probabilidades de liberación accidental de salmónidos al medio para wellboat abierto.

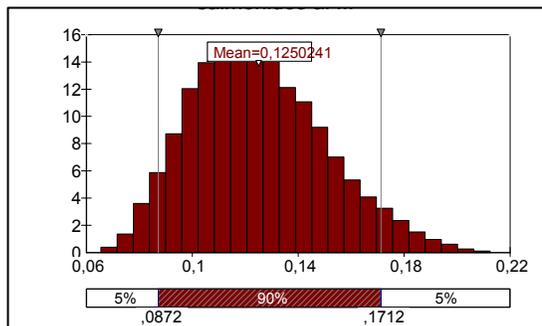


Fig. 55. Curva de probabilidades de liberación accidental de salmónidos al medio para wellboat cerrado.

De los resultados obtenidos para el análisis relativo a la liberación accidental de salmónidos al medio es posible observar que las tres curvas poseen una forma centrada y el coeficiente de sesgo resulta no ser significativo estadísticamente ( $p > 0,05$ ). Al observar los valores medios es posible afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos ( $p > 0,05$ ).

f. Diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres de peces

En el cuadro 52 se entregan los resultados obtenidos para la evaluación de la Diseminación de Agentes Patógenos (DAP) que pueden afectar la salud de las especies silvestres de peces.

#### Cuadro 52

Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres de peces por tipo de cosecha

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.757166147	0.994230807	0.870988157
Wellboat Abierto	0.066338517	0.207935736	0.125008642
Wellboat Cerrado	0.231312692	0.725789607	0.430407056

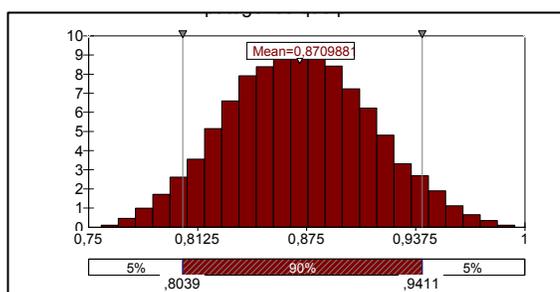


Fig. 56. Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres para cosecha tradicional

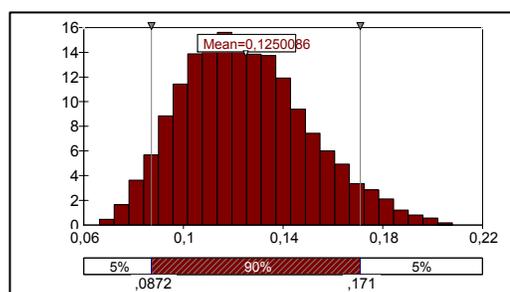


Fig. 57. Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres para wellboat abierto

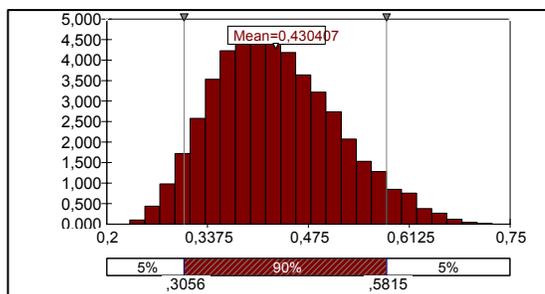


Fig. 58. Curva de probabilidades de diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres para wellboat cerrado.

Al analizar los resultados obtenidos del modelo que describe la probabilidad de la diseminación de agentes patógenos que puedan afectar a las especies silvestres es posible observar que las curvas de wellboat tanto abiertos como cerrados poseen leves sesgos a la izquierda que no son significativos estadísticamente ( $p>0,05$ ). Por otra parte existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios ( $p<0,05$ ).

- g. Diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga

En el cuadro 53 se aprecian los resultados obtenidos para la evaluación de la diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga.

**Cuadro 53**

**Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados a la diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga por tipo de cosecha**

Tipo de cosecha	Valor Minimo	Valor Maximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.001581969	0.056042776	0.015627941
Wellboat Abierto	0.00153056	0.05793114	0.015601754
Wellboat Cerrado	0.234203219	0.710655987	0.430355248

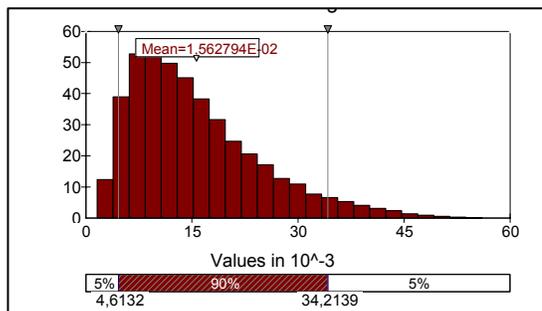


Fig. 59. Curva de probabilidades de diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga para cosecha tradicional

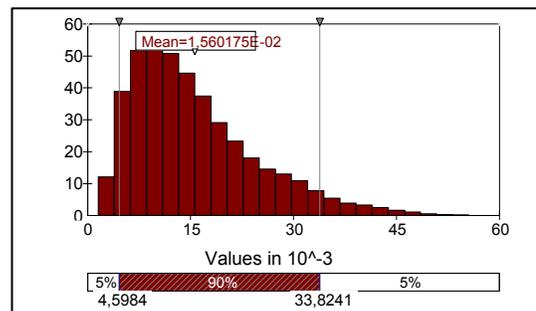


Fig.60. Curva de probabilidades de diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga para wellboat abierto

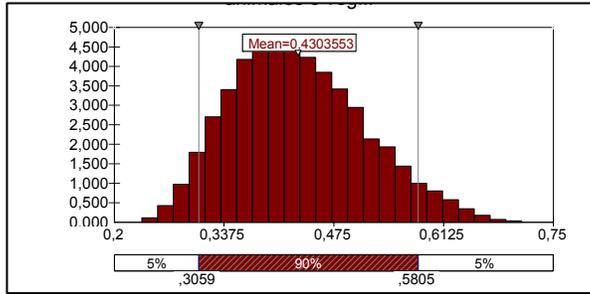


Fig. 61. Curva de probabilidades de diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga para wellboat cerrado

Al observar los resultados obtenidos del análisis de la probabilidad de diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga, es posible observar que tanto las curvas de cosecha tradicional como de wellboat abiertos poseen un sesgo a la izquierda que es significativo estadísticamente ( $p < 0,05$ ). Por otra parte el valor medio de los wellboat cerrados es diferentes estadísticamente de los otros dos valores ( $p < 0,05$ ).

#### h. Transporte y diseminación de Marea Roja

En el cuadro 54 se entregan encontrar los resultados obtenidos para la evaluación del transporte y diseminación de Marea Roja.

#### Cuadro 54

Valores mínimos, medios y máximos de probabilidad asociados al transporte y diseminación de Marea Roja por tipo de cosecha

Tipo de cosecha	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
Cosecha tradicional	0.066546686	0.210766345	0.125036391
Wellboat Abierto	9.02983E-10	0.000953335	0.00012465
Wellboat Cerrado	0.237107769	0.713768542	0.430412459

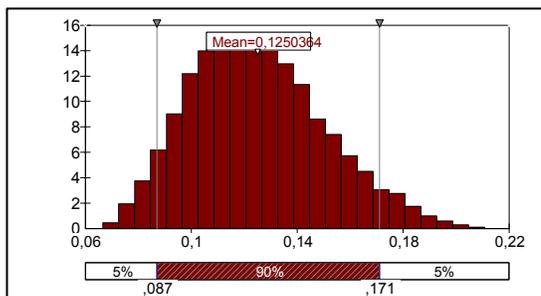


Fig. 62. Curva de probabilidades de transporte y diseminación de marea roja para cosecha tradicional

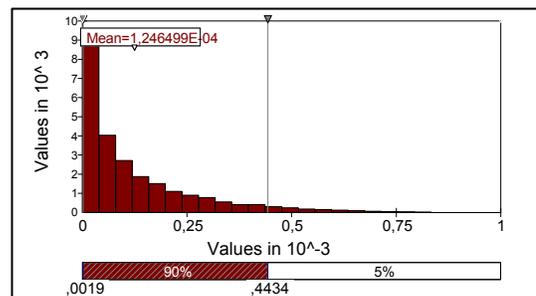


Fig. 63. Curva de probabilidades de transporte y diseminación de marea roja para wellboat abierto

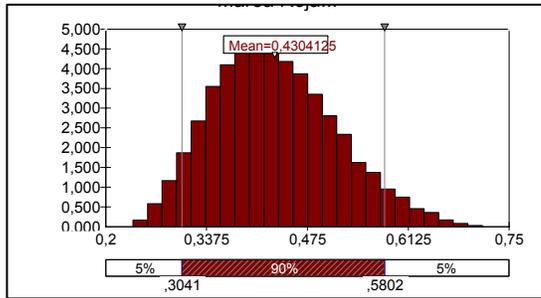


Fig. 64. Curva de probabilidades de transporte y diseminación de marea roja para wellboat cerrado

Al observar los resultados obtenidos para el modelo de diseminación de Marea Roja es posible observar que la curva de Wellboat abiertos posee un marcado sesgo a la izquierda que es significativo estadísticamente ( $p < 0,05$ ), no así las otras dos curvas en las cuales no es posible rechazar la hipótesis de normalidad. Al analizar los valores medios de probabilidad es posible que existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos ( $p < 0,05$ ).

#### ❖ **Análisis de sensibilidad**

Al llevar a cabo el análisis de sensibilidad se obtuvieron resultados que indican una relación de colinealidad en todos los modelos. Esta situación se comprueba al encontrarse que para todas las variables los coeficientes de regresión poseían un signo y los coeficientes de correlación poseían el signo contrario. La colinealidad ocurre por varias causas, pero la principal es por la existencia de covariaciones de diversa magnitud entre las variables. Al producirse este fenómeno, existen muy pocas alternativas de análisis ya que todas exigen que las variables se encuentren normalmente distribuidas, situación que se puede descartar con solo observar las formas de las curvas de probabilidades resultantes.

Los mayores impactos para el caso de diseminación de enfermedades están dados por el transporte en el caso de cosecha de wellboat cerrados y abiertos y en el caso de la cosecha tradicional es posible estimar que todas las fases de esta cosecha poseen importancias similares no pudiendo distinguirse claramente que etapa contribuye de mayor manera al riesgo final.

## 2.4.4. Estudio sobre la Marea Roja

### a) Primer muestreo

El primer proceso de muestreo de los estanques de carga de la biomasa tomado en la embarcación de transporte de peces vivos en la ruta Puyuhuapi – Quellón, indica la presencia de las especies *Alexandrium sp.* y *Alexandrium catenella*.

Los resultados se resumen en el siguiente cuadro 55:

**Cuadro 55.** Resultados primer muestreo del estudio de marea roja

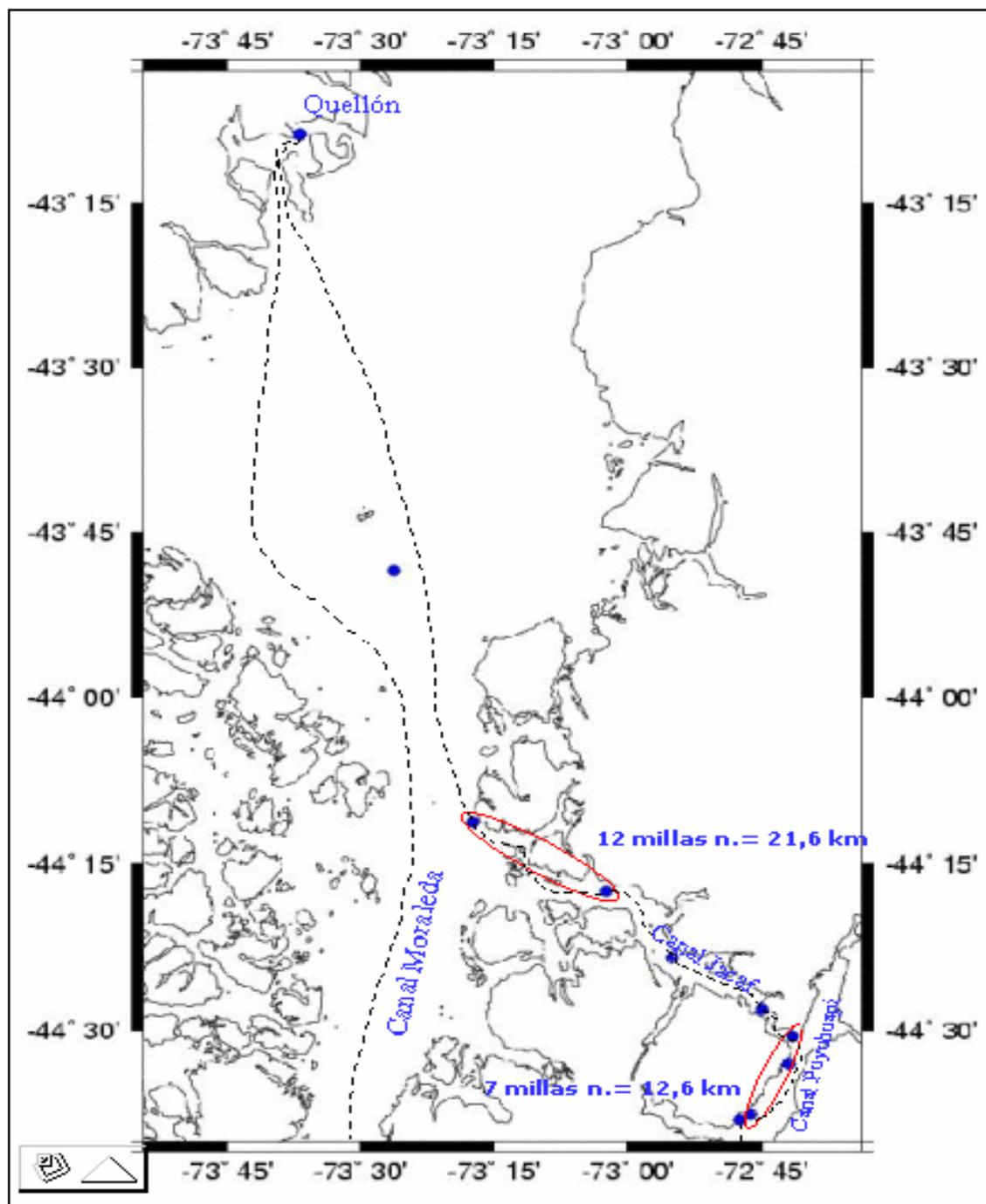
PRIMER MUESTREO WELLBOAT QUELLÓN-PUYUHUAPI-QUELLÓN 19 de Diciembre 2003								
MUESTREO DE FITOPLANCTON								
Estación	Georreferencia		Nombre lugar	Hora	lugar muestreo	Tipo de muestras	Resultados	
	Lat S	Long W					cuantitativo	cuantitativo
1	44° 38,684'	72° 49,057'	Punta Krauss	04:00	mar	superficie/red/carne		
2	44° 38,502'	72° 46,960'	inicio de retorno a Quellón	08:05	estanque	superficie/red		Alexandrium sp.(1)
3	44° 37,2'	72° 45,4'	canal Puyuhuapi	08:22	estanque	superficie/red		Alexandrium sp.(1)
4	44° 34,4'	72° 42,3'	canal Puyuhuapi	08:40	estanque	superficie/red		Alexandrium sp.(1)
5			canal Puyuhuapi	08:54	estanque	superficie/red		
6	44° 30,7'	72° 41,4'	canal Jacaf	09:03	estanque	superficie/red		
7	44° 27,4'	72° 45,4'	canal Jacaf	09:30	estanque	superficie/red		
8	44° 24,4'	72° 51,9'	canal Jacaf	10:01	estanque	superficie/red		
9	44° 17,3'	73° 03,8'		11:02	estanque	superficie/red	A. catenella (2cél/mL)	Alexandrium sp.(1)
10	44° 11,4'	73° 16,6'		12:00	estanque	superficie/red	A. catenella (1cél/mL)	Alexandrium sp.(1)
11	43° 47,5'	73° 26,4'	Golfo de Corcovado	14:00	estanque	superficie/red		
12	43° 07,5'	73° 34,5'	Quellón	18:20	estanque	superficie/red		

Estación 1, muestra de agua del mar (superficie y red a 12 mts) y de carne (jaula de centro)  
Estación 2 a 12 muestra superficie fue tomada directamente del estanque. Muestra de red se filtraron 60 L

Como se puede apreciar las muestras arrojaron resultados positivos en varios puntos del viaje. Dentro de la primera hora de viaje se detectó la presencia cualitativa de células de *Alexandrium spp.* en tres muestras consecutivas.

Posteriormente, al entrar al canal Yacaf, las muestras arrojaron resultados negativos. Cerca de las tres horas de viaje, tanto las muestras cualitativas como cuantitativas indicaron la presencia de *Alexandrium catenella*, en cantidad de 2 cél/ml en dos muestras consecutivas. La presencia de mal tiempo al entrar al Golfo de Corcovado obligó el cese del muestreo en forma temporal.

Fig. 65. Estaciones de muestreo en el primer estudio de Marea Roja



b) Segundo muestreo

Los resultados del segundo muestreo muestran la presencia de microalgas tóxicas (Fig 66) tanto en el mar como dentro del estanque muestreado. Las especies tóxicas encontradas en orden de abundancia general son *Dinophysis acuta*, *Pseudonitzschia delicatissima* y *Alexandrium catenella*, productoras de veneno diarreico, veneno amnésico y veneno paralizante, respectivamente; y en el caso de *A. catenella*, con capacidad ictiotóxica además (Cuadro 56).

Se detectó la presencia del dinoflagelado ictiotóxico *Prorocentrum micans* en algunas estaciones, solamente en muestras de mar. Esta especie si bien no es considerada nociva, no se debe descartar su capacidad toxigénica, es así como Balech (2002) señala que aunque *P. micans* no se le ha detectado toxicidad, “es probable que existan taxones que puedan ser tóxicos, o no, según las condiciones del medio”. Por otro lado, Anderson *et al* (2001) en la sección “Programas de monitoreo para FANs”, específicamente en el Programa para moluscos de Dinamarca, incluye a *P. micans* dentro de un grupo de especies calificadas como “tóxicas y potencialmente tóxicas” señalándola como productora de “otras toxinas”.

Cuadro 56. Resultados segundo muestreo del estudio de marea roja.

SEGUNDO MUESTREO WELLBOAT  
 QUELLÓN-PUYUHUAPI-QUELLÓN  
 3 de Marzo 2004

MUESTREO DE FITOPLANCTON

Estación	Georreferencia		Nombre lugar	Hora	lugar muestreo	Tipo de muestras
	Lat S	Long W				
1	44° 33,268'	72° 42,080'	Estero Nieto, canal Puyuhuapi	09:15	mar	superficie / red / carne
2	44° 31,324'	72° 41,006'	entre Jacaf y Puyuhuapi	11:56	mar / estanque	superficie-red / red
3	44° 30,756'	72° 41,621'	canal Jacaf este	12:00	mar / estanque	superficie-red / red
4	44° 30,234'	72° 42,789'	punta Apablaza	12:06	mar / estanque	superficie-red / red
5	44° 28,837'	72° 43,427'	isla Sibbar	12:16	mar / estanque	superficie-red / red
6	44° 26,322'	72° 47,139'	isla Macetero	12:35	mar / estanque	superficie-red / red
7	44° 25,518'	72° 49,587'	Gama Zañartu	12:46	mar / estanque	superficie-red / red
8			islotte San Andrés			No se realizó muestra
9	44° 23,371'	72° 54,025'	Punta Duncan	13:05	mar / estanque	superficie-red / red
10			prox. Punta Morrongos			No se realizó muestra
11	44° 20,546'	72° 57,735'	Punta Morrongos	13:25	mar / estanque	superficie-red / red
12			pasado Punta Morrongos			No se realizó muestra
13	44° 17,895'	73° 01,576'	prox. Isla Toto	13:45	mar / estanque	superficie-red / red
14	44° 16,161'	73° 07,901'	Isla Toto	14:10	mar / estanque	red / red
15	44° 15,366'	73° 10,437'	prox. Isla Harry	14:21	mar / estanque	red / red
16	44° 14,066'	73° 11,714'	entre isla Harry y Penla. Melimoyu	14:30	mar / estanque	red / red
17	44° 12,109'	73° 15,772'	punta este de Penla. Melimoyu	14:50	mar / estanque	red / red
18	44° 11,008'	73° 17,135'	entrando a golfo Corcovado	14:59	mar / estanque	red / red
19			Quellón	22:00	estanque	sedimentos del estanque. 3 réplicas

**Estación 1**, muestra de agua del mar (superficie y red a 12 mts), de carne (jaula de centro) y bacterias.

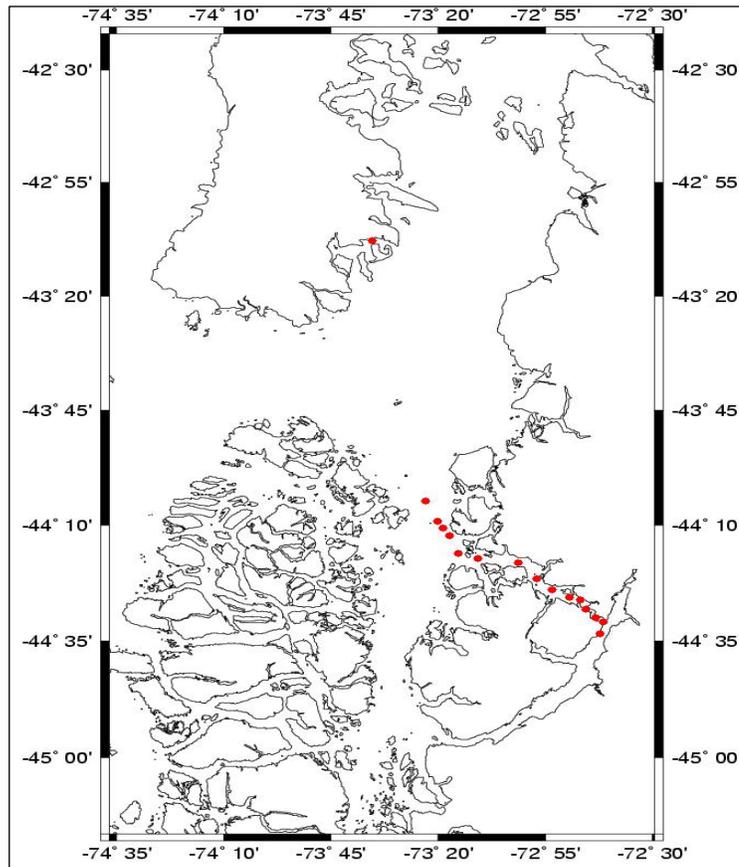
**Estaciones 2 a 13**, muestreo de agua de mar y estanque en paralelo. Superficie y red en el mar y red en estanque

**Estaciones 14 a 18**, muestreo de agua de mar y estanque en paralelo, sólo red en ambos casos

**Metodología:** agua de mar se obtuvo de la red de incendio del barco, la que obtiene agua marina desde la quilla ubicada a 5,5 mts de profundidad.

Agua de estanques se obtuvo a través de una escotilla. Muestras de superficie se obtuvieron directamente y las de red, filtrando sucesivos baldes a través de las redes de fitoplancton. Se usaron dos redes una para las muestras provenientes del mar y otra para las obtenidas desde el estanque. En la muestra 2 se filtraron 60 litros para la muestra de red, en la estación 3, 80 L y desde la 4 hasta la 18, 100 L. Se usaron 2 baldes de 20 L c/u.

Fig 66. Estaciones de muestreo en el segundo estudio de Marea Roja

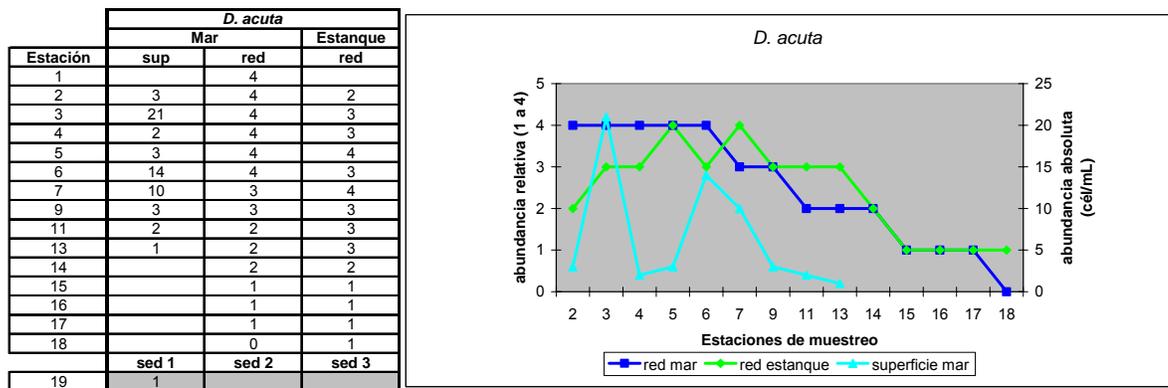


Para facilitar la comprensión, se entregarán los resultados en forma separada para cada una de las especies y para el lugar de toma de muestra.

❖ *Dinophysis acuta* (Fig. 67)

- i. Mar: se detectó la presencia de *D. acuta* en las muestras de red desde la primera estación hasta la decimoséptima, es decir, por casi todo el trayecto, con un comportamiento descendente hacia el final. El recuento en las primeras 5 estaciones se mantuvo muy abundante, en las estaciones intermedias fue de abundante a regular y en las últimas de rara a ninguna. En cambio, se detectó la presencia cuantitativa de la especie desde la segunda a la treceava estación con un comportamiento ascendente al principio y descendente hacia el final con dos picos muy claros de 21 y 14 células por mL, en las estaciones 3 y 6 respectivamente
  
- ii. Estanque: la presencia cualitativa de la especie en el estanque se detectó desde el inicio del muestreo hasta la última estación, mostrando un comportamiento de tipo campana asimétrica con un rápido aumento de los niveles, para luego descender de forma más lenta hasta el final, donde se mantuvo con un nivel 1, es decir, rara.

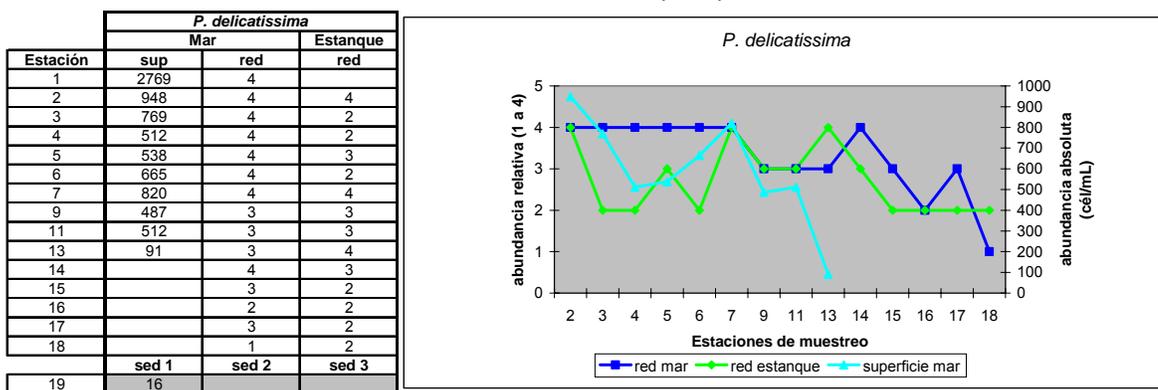
Fig. 67. Resultado del segundo muestreo de *Dinophysis acuta*, expresado como abundancia relativa y como abundancia absoluta (cél/ml)



❖ *Pseudonitzschia delicatissima* (Fig. 68)

- i. Mar: Se detectó la especie en muestras de red desde la primera hasta la última estación dibujando una curva que desciende lentamente, destacando una mantención en valores muy abundantes (4) y abundantes (3) desde la estación 1 a la 14. Luego, se detecta una caída de los valores hasta 1 en la última estación. El recuento cuantitativo muestra un comportamiento con tendencia a la disminución a medida que transcurre el trayecto con valores absolutos muy abundantes: 2.769 cél/mL en la primera estación, 820 cél/mL en la séptima. Estos fueron los mayores recuentos obtenidos en los dos estudios.
- ii. Estanque: el recuento cualitativo en estanque tuvo un comportamiento irregular, pero con cierto comportamiento de campana. Destaca el hecho que desde la estación 15 hasta el final el recuento relativo se mantiene en 2, o sea, regular.

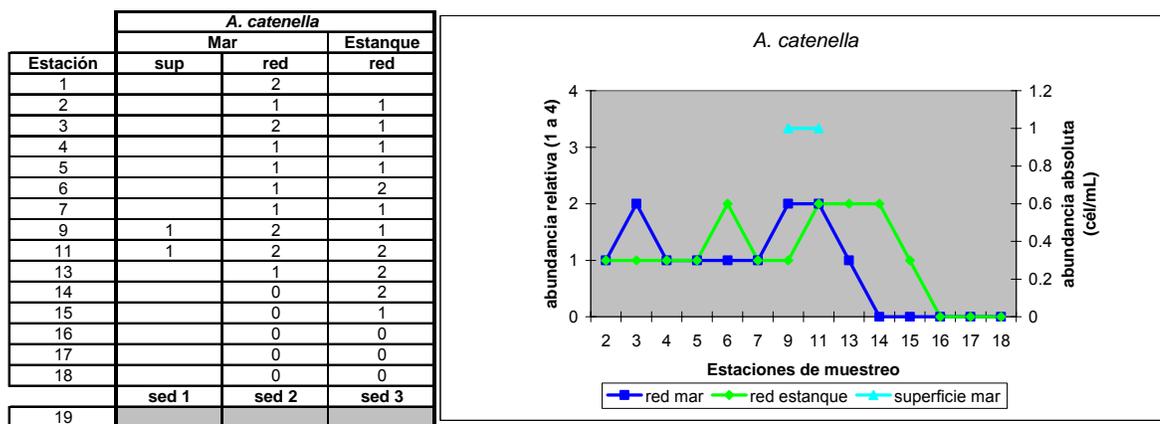
Fig. 68. Resultado del segundo muestreo de *Pseudonitzschia delicatissima*, expresado como abundancia relativa y como abundancia absoluta (cél/ml)



❖ *Alexandrium catenella* (Fig. 69)

- i. Mar: se detectó *A. catenella* en muestras de red desde la primera estación hasta la estación 13 con un comportamiento irregular variando su abundancia entre rara y regular; finalmente ya no se detecta desde la muestra 14 hasta el final. El recuento absoluto fue bastante escaso detectándose en dos oportunidades en la mitad del trayecto en nivel de 1 cél/mL.
- ii. Estanque: del mismo modo que las muestras relativas en el mar, las muestras en el estanque mostraron un comportamiento irregular, variando entre regular y abundante. Sin embargo, se detectó su presencia hasta la estación 15, para luego desaparecer en las últimas dos estaciones.

Fig. 69. Resultado del segundo muestreo de *Alexandrium catenella*, expresado como abundancia relativa y como abundancia absoluta (cél/ml)



❖ Sedimentos

Se detectó la presencia de células tóxicas en el agua remanente de los estanques. Las especies detectadas fueron *Dinophysis acuta*, con 1 cél/mL y *Pseudonitzschia delicatissima* con 16 cél/mL.

## 2.4.5. Análisis Microbiológico

Los resultados de los análisis microbiológicos indicados en el Cuadro 57 señalan que se aislaron bacterias desde la superficie de los estanques y otros puntos relacionados con el transporte de peces vivos dentro de los wellboat, pre y post utilización de ozono para la desinfección.

**Cuadro 57.** Resultado de examen microbiológico de la superficie de los estanques y otros puntos.

Punto	Lugar sistema	apariencia	RBMA	Coliformes fecales
1	pared izquierda a 3 mts altura	sucia	$6,0 \times 10^4$	9,1
2	pared derecha en declive del techo	limpia	$7,1 \times 10^4$	< 3
3	techo estanque hacia la proa	sucia	$1,6 \times 10^5$	< 3
4	Techo estanque hacia estribor (der.)	limpia	$> 3,0 \times 10^5$	240
5	bocatoma manguera estanque estribor	limpia	$1,2 \times 10^3$	< 3
1b	pared izquierda a 3 mts altura	sucia	$7,8 \times 10^4$	< 3
2b	pared derecha en declive del techo	limpia	$3,7 \times 10^3$	< 3
3b	techo estanque hacia la proa	sucia	$2,6 \times 10^3$	< 3
4b	Techo estanque hacia estribor (der.)	limpia	$9,0 \times 10^2$	< 3
5b	difusores O <sub>2</sub> en la base del estanque	limpia	$6,8 \times 10^4$	3,6

### **3. Resultados Objetivo Específico 3**

Determinar medidas de mitigación para los riesgos de mayor impacto asociados al transporte de peces vivos

Como lo indican los resultados, los peligros sanitarios y ambientales con mayor importancia relativa son la diseminación de las enfermedades ISA e IPN y la diseminación de Marea Roja respectivamente.

En general, la literatura internacional da importancia al peligro de diseminación de la enfermedad Anemia Infecciosa del Salmón (ISA). En el caso de Escocia y Noruega existen sendos manuales o códigos de prácticas destinadas a minimizar el impacto de ISA. En ellos las medidas de mitigación se basan principalmente en:

- Procedimientos de limpieza y desinfección de los estanques, ductos, válvulas y bombas del sistema de circulación, carga y descarga de peces en los wellboat.
- Auditoria y supervisión por parte de la autoridad sanitaria competente.
- Control del movimiento de peces vivos entre zonas o centros con distinto estatus sanitario. En el caso de wellboat, frente a eventos sanitarios como el brote de una enfermedad importante, se definen rutas restringidas (sin movimiento de peces vivos) o rutas de menor riesgo (distancias con otros centros productivos).

Los puntos indicados anteriormente, también son coherentes con la implementación de medidas mitigadoras de Marea Roja transportada por wellboat.

En definitiva, para la mitigación de peligros sanitarios (diseminación de enfermedades) existe una serie de medidas que podrían tomarse, entre las que se deben considerar:

a. Factibilidad técnica

Las medidas de mitigación deben ser técnicamente factibles de implementar por el sector privado (centros de engorda, wellboat, viveros y plantas de procesamiento) y el público (servicio sanitario competente).

b. Factibilidad económica

En principio, la implementación de medidas de mitigación técnicamente factibles requiere previamente de un análisis costo-beneficio (CB). Un análisis CB debe considerar tanto impactos (positivos y negativos) privados como los sociales o públicos.

c. Entidad normativa y supervisora

Debe existir una entidad u organismo, por ejemplo el servicio sanitario competente u oficial, que norme, coordine y supervise la implementación de las medidas de mitigación relacionadas con el transporte de peces vivos.

Actualmente existen acciones concretas tendientes a mitigar los riesgos sanitarios y ambientales. Existe un conjunto de normativas de la Conama, Subpesca, Directemar y Sernapesca que establecen procedimientos tendientes a minimizar los posibles impactos ambientales y sanitarios relacionados con la acuicultura.

Dentro de las medidas de mitigación propuestas se consideran:

- Procedimientos de Limpieza y Desinfección
- Zonificación y Control Movimiento de Wellboat

En el Decreto N°319 del 24 de agosto de 2001 del Ministerio de Economía, se establece que la zonificación estará a cargo del Servicio Nacional de Pesca el cual podrá establecer una zonificación que comprenda parte o todo el territorio de la República en función del estado sanitario. El estado sanitario se define en base a la información entregada por los informes de los Programas Sanitarios Específicos (vigilancia, control o erradicación de las EAR). Lo anterior establece el sistema de zonificación basado en criterios sanitarios.

Internacionalmente se ha demostrado el transporte de dinoflagelados a través del agua de lastre, estableciendo medidas de mitigación relacionadas con sistema de tratamiento de agua y la descarga en alta mar fuera de un rango de posible riesgo.

Como lo indican los resultados de la presente investigación, existe la posibilidad de transportar dinoflagelados a través de los wellboat.

Lo anterior debe estar relacionado con:

- I. Sistema de monitoreo de enfermedades
- II. Sistema de monitoreo de algas nocivas
- III. Sistema de Alerta de problemas Ambientales

En base a lo anterior y en consideración a los resultados de la evaluación de riesgos sanitarios y ambientales asociados al transporte de peces vivos, las medidas de mitigación se pueden clasificar en los siguientes ámbitos:

- a) Vigilancia sanitaria y ambiental.
  - i) Sistema de detección temprana.
    - (1) Vigilancia Activa para enfermedades de alto riesgo.

En base a los procedimientos establecidos en la Resolución N°61 del 24 de enero del 2003 (Programa Sanitario Específico de Vigilancia Activa para Enfermedades de Alto Riesgo). También se debe considerar el monitoreo de las enfermedades en especies silvestres.
    - (2) Monitoreo de Marea Roja.

Se debe contar con una red de estaciones que represente todas las zonas donde existan centros de cultivo, centros de engorda y de reproducción, tanto de peces como otras especies.
    - (3) Monitoreo de parámetros ambientales (materia orgánica)
  - ii) Sistema de denuncia
    - (1) Atención de denuncias de sospecha de enfermedades.
    - (2) Atención de denuncias de presencia de marea roja y casos de salud pública.
- b) Control de Movimientos
  - i) Registro movimiento de wellboat.
    - (1) Registro histórico de movimientos de wellboat.
    - (2) Sistema de registro y visación de documentos como Guía de Despacho, Certificado de Salud para Transporte de Peces Vivos.
    - (3) Sistema registro de rutas diarias vía transmisión de posicionamiento por GPS del wellboat.
  - ii) Restricción de movimiento de wellboat
    - (1) Restricción entre zonas sanitarias
    - (2) Restricciones entre zonas de marea roja
    - (3) Restricciones para centros de producción con presencia de enfermedades de alto riesgo.

- c) Control y Erradicación de Enfermedades  
Programa oficial de control y erradicación de enfermedades.
  
- d) Bioseguridad
  - i) Procedimientos de transporte de peces vivos.
  - ii) Procedimientos de limpieza y desinfección de medios de transporte
  - iii) Procedimientos de limpieza y desinfección de viveros flotantes o centros de acopio de peces.
  
- e) Zonificación
  - i) Sanitaria:  
Corresponde a la delimitación de zonas geográficas o hidrográficas en función de la presencia o ausencia de enfermedades de alto riesgo y/o de su agente causal.
    - (1) Zona libre de enfermedad
    - (2) Zona de erradicación de enfermedad
    - (3) Zona de control de enfermedad
  
  - ii) Ambiental  
Corresponde a la delimitación zonas geográficas o hidrográficas en función de la presencia o ausencia de organismos responsables del fenómeno de marea roja.
    - (1) Zona libre de marea roja
    - (2) Zona con riesgo de marea roja.
    - (3) Zona con presencia de marea roja.
  
- f) Centro o Sistema de Información de Movimiento de Peces Vivos o Productos de Riesgo.  
Se debe implementar un centro o sistema de información que permita:
  - i) Capturar y registrar toda la información relevante proveniente de los sistemas de vigilancias sanitaria y ambiental, posicionamiento o rutas

diarias del wellboat, ubicación geográfica de centros de producción y plantas.

ii) Sistema de información geográfica

Al consolidar la opinión de los expertos encuestados, se puede observar que todas la medidas de mitigación fueron consideradas de importancia alta (Cuadro N°58).

**CUADRO 58.**

Resultado Consolidado de Encuestas de Evaluación de Medidas de Mitigación

MEDIDA	Importancia	Fact. Técnica	Fact. Técnica	Fact. Económica	Peso Final
<b>Vigilancia sanitaria y ambiental.</b>					
▪ Vigilancia activa enfermedades	4	4	3	4	3,8
▪ Monitero Marea Roja	4	4	4	3	3,8
▪ Monitero Parámetro Ambientales	4	3	3	2	3,0
▪ Sistema Atención de denuncias	4	4	4	4	4,0
<b>Control de Movimiento</b>					
▪ Registro histórico movimiento	4	4	3	3	3,5
▪ Sistema registro y visación	4	4	4	4	4,0
▪ Sistema registro rutas diarias	4	4	3	3	3,5
▪ Restricción de movimientos	4	4	1	2	2,8
<b>Control y erradicación</b>					
▪ Bioseguridad	4	3	2	3	3,0
▪ Zonificación Sanitaria	4	3	2	4	3,3
▪ Zonificación Ambiental	4	3	3	2	3,0
▪ Centro o Sistema de Información	4	3	2	3	3,0

**4. Resultados Objetivo Específico 4**

Elaborar un Manual de Buenas Prácticas de Operación para las embarcaciones que transportan peces vivos (Anexo 4)

## **5. Resultados Objetivo Específico 5**

Describir y caracterizar los viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos operativos en el país

### **5.1. Catastro de viveros**

El catastro de viveros sobre el que se está trabajando, corresponde a los viveros actualmente autorizados por la Subsecretaria de Pesca.

#### **1. Empresa: Productos del Mar Ventisqueros S.A.**

- Vivero Bahía de Río Negro, Comuna de Palena
- Resolución N° 1417 con fecha 5 de julio de 2002, de la Subsecretaria de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción.
- Superficie: 1,78 hectáreas

#### **2. Empresa: Agroindustrial Santa Cruz S.A.**

- Vivero Bahía Chincui, Comuna de Puerto Montt.
- Resolución N° 2811 con fecha 6 de diciembre de 2002, de la Subsecretaria de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción.
- Superficie: 0,93 hectáreas

#### **3. Empresa: Pesca Chile S.A.**

- Vivero Bahía Chacabuco, Comuna de Aysén
- Resolución N° 419 con fecha 5 de febrero de 2003, de la Subsecretaria de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción.
- Superficie: 0,50 hectáreas

#### **4. Empresa Río Dulce S.A.**

- Vivero Sector San Antonio, Comuna de Quellón
- Resolución N° 1079 con fecha 27 de Mayo de 2003, de la Subsecretaria de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción.
- Superficie: 5,63 hectáreas

## 5.2. Caracterización de Viveros Flotantes o Centros de Acopio operativos en el país

Como se señala en la Metodología, esta caracterización se ha elaborado a partir de una encuesta diseñada para tal efecto. En una primera aproximación se han utilizado los siguientes criterios:

- Criterio 1: Descripción de las instalaciones
- Criterio 2: Caracterización de personal que trabaja en las instalaciones
- Criterio 3: Descripción de Procedimientos Operacionales (ingreso y salida de peces al vivero, identificación y control de existencias, tiempos de permanencia de los peces en el vivero y procedimientos generales de limpieza)

### 5.2.1. Descripción de Instalaciones

En el Cuadro 59 se detalla información de los viveros encuestados acerca de sus características de ubicación en relación a planta de proceso, centro de engorda de peces más cercano y capacidad (toneladas de peces vivos y densidades de carga mínimas y máximas). La información es presentada en forma codificada (empresa), debido a requerimientos de manejo confidencial de la información, solicitados por las empresas que respondieron la encuesta.

**CUADRO 59.**

Viveros encuestados

Empresa	Número de Jaulas	Distancia al Centro más Cercano (km)	Distancia hasta planta de faena (km)	Capacidad de Carga (toneladas de peces vivos)	Densidad de Carga (kg/m <sup>3</sup> ) Límite Inferior	Densidad de Carga (kg/m <sup>3</sup> ) Límite Superior
A	10	1,0	0,30	500	20	25
B	10	1,0	0,28	800	12	20

## 5.2.2. Descripción de Trabajadores

En el Cuadro 60 se entrega un detalle del número y tipo de personas que trabajan en los centros de acopio encuestados. También se ha hecho una descripción de las responsabilidades por cargo del personal de mayor jerarquía (Cuadro 61 y Cuadro 62).

**CUADRO 60**

Número de trabajadores por segmento en un Centros de Acopio de Peces

Empresa	Número de Profesionales	Número de Técnicos	Número de Obreros
A	2	3	8
B	1	2	10

**CUADRO 61**

Descripción de responsabilidades de los cargos en Centro de Acopio de Peces "A"

Cargo	Responsabilidades
Gerente de Operaciones	Planificación y gestión de las operaciones de recepción y matanza
Jefe de Operaciones	Dirección y apoyo a las operaciones de recepción y matanza
FishMaster	Recepción de peces y evaluación de las condiciones del vivero
Jefe de Matanza	Operación de bombas de succión y descarga. Coordinación de la estación de matanza

**CUADRO 62**

Descripción de responsabilidades de los cargos en centro de Acopio de Peces "B"

Funciones o Cargo	Responsabilidades
<b>Jefe De Centro</b>	Operación general
<b>Mecánico</b>	Operación y mantención mecánica
<b>Electricista</b>	Operación y mantención eléctrica
<b>Capataz</b>	Manejo de peces
<b>Operarios</b>	Manejo de peces
<b>Vigilantes</b>	Vigilancia de las instalaciones

### 5.2.3. Descripción de Procedimientos Operacionales del Vivero Flotante

- Recepción de los peces

Respecto a la supervisión en el momento de la recepción de los peces, se puede indicar que en uno de los viveros encuestados, cada embarcación wellboat ingresa al vivero con un documento denominado “declaración de garantía” proveniente del centro de engorda de origen de los peces. Adicionalmente, cada partida es recepcionada e inspeccionada en el vivero por un encargado con capacitación especializada denominado Fishmaster.

Eventualmente, ante sospechas de la presencia de alguna enfermedad, en uno de los viveros encuestados se indica que el personal del centro de acopio puede tomar y enviar muestras para diagnóstico en laboratorio. En el otro vivero, nunca se ha realizado este tipo de práctica.

Según lo señalado en ambas encuestas, nunca se realizan manejos sanitarios en los peces recepcionados.

- Descripción de ingreso y salida de peces del vivero flotante

En los viveros encuestados, la descarga de los peces desde la embarcación que transporta peces vivos hacia las jaulas, se puede realizar utilizando tanto bombas y mangueras propias del vivero, como el equipamiento propio de la embarcación.

Uno de los viveros encuestados señala que desde las jaulas, los peces son succionados mediante una bomba de vacío y posteriormente conducidos a través de una tubería hasta la planta de faena donde son sacrificados y procesados.

- Identificación y control de existencias

En uno de los viveros encuestados, el control se realiza mediante la guía de despacho que proviene del centro de engorda de origen de los peces. Una vez terminado el proceso de cada partida, la planta de faena emite un informe del total de piezas recibidas.

En la encuesta del otro vivero, no se entrega información acerca del control de existencias.

- Tiempo de permanencia de los peces en el vivero flotante

La cantidad de días mínimos y máximos que los peces de cada partida permanecen en las jaulas del centro de acopio, está determinada por factores tales como: disponibilidad de capacidad de proceso en planta de faena, producto objetivo que se espera obtener de cada partida de peces, mercado de destino, condiciones climáticas, logística de planta de faena y disponibilidad de embarcaciones wellboat.

Es importante señalar, que los viveros encuestados informaron que nunca se realizan manejos alimentarios durante el período que los peces permanecen en sus jaulas en espera de salida a sacrificio y proceso en planta.

En el Cuadro 63 se entrega un detalle del promedio, mínimo y máximo de permanencia de los peces en los centros de acopio que contestaron la encuesta.

### CUADRO 63

Detalle del promedio, mínimo y máximo de permanencia de los peces en los centros de acopios

Tiempo de permanencia en jaulas entre la descarga y la recolección para faena	Promedio	Límite Superior	Límite Inferior
	1 día	7 días	Descarga directa desde el barco a la planta

- Procedimientos de eliminación de las mortalidades

En los viveros encuestados, las mortalidades se separan mediante una faena de buceo, la cual se repite según el periodo que estarán los peces en el vivero y de la condición de éstos. La mortalidad se dispone en recipientes (bins) y se distribuye a una empresa elaboradora de harina, quien decidirá el uso de ellos (proceso o vertedero).

- Procedimientos de limpieza de las instalaciones del vivero flotante

Uno de los viveros encuestados informa que la limpieza de las instalaciones se realiza diariamente y que las redes de las jaulas son limpiadas en forma

bimensual. Para realizar esta labor se utiliza solamente agua a presión y el uso de escobillones, no hay uso de detergentes ni agentes químicos. El procedimiento es realizado por un buzo que se sumerge con una manguera de alta presión.

El otro vivero encuestado señala que la limpieza se hace manualmente utilizando cloro y desengrasantes. También se indica que se realiza desinfección de línea por ozono. En este caso no se indicó frecuencia de realización de las labores de limpieza.

Ambos viveros encuestados consignaron que no cuentan con manuales de procedimiento operacionales específicos, y que en general el vivero adopta los procedimientos de limpieza de la planta de proceso a la cual abastecen.

### 5.3. Observaciones

Dos viveros que al momento de la realización de la encuesta y contando con Resolución de la Subsecretaría de Pesca para operar, no respondieron la encuesta pese a la garantía de confidencialidad.

La empresa responsable de uno de ellos, pese a ser contactada, no cumplió el compromiso de contestar la encuesta. La otra señaló que aún no iniciaba la operación de su vivero, a pesar de contar con la Resolución de aprobación.

## 6. Resultados Objetivo Específico 6

Identificar y evaluar los riesgos sanitarios y ambientales asociados a la instalación y operación de viveros flotantes o centros de acopio de salmónidos.

### 6.1. Identificación peligros sanitarios

Los peligros sanitarios (PS) asociados al acopio de peces en viveros con cierta probabilidad de diseminación de un agente patógeno desde el vivero a otro centro productivo cercano:

- Furunculosis (PS.01)
- IPN (PS.02)
- SRS (PS.03)
- BKD (PS.04)
- Cocáceas Gram Positivas (PS.05)
- Anemia Infecciosa del Salmón (PS.06)
- Furunculosis Atípica (PS.06)
- Vibriosis (PS.07)

Los expertos identificaron los siete peligros en el proceso de acopio de peces vivos con la utilización de wellboat abierto y cerrado (Cuadro 64).

**Cuadro 64.** Peligros identificados en el proceso de acopio de peces vivos en viveros.

Peligros	Carga de Peces en jaulas del Vivero <sup>iii</sup>	Acopio de peces.
PS.01	√	√
PS.02	√	√
PS.03	√	√
PS.04	√	√
PS.05	√	√
PS.06	√	√
PS.07	√	√

<sup>iii</sup> Equivalente a la etapa de descarga considerada en la evaluación de wellboats

## 6.2. Identificación de peligros ambientales

Los peligros ambientales asociados al acopio de peces vivos en viveros con cierta probabilidad de ocurrencia son:

- Diseminación de enfermedades de moluscos. (PA.01)
- Contaminación con materia orgánica. (PA.02)
- Liberación accidental de peces. (PA.03)
- Diseminación de enfermedades que pueden afectar a peces silvestres. (PA.04)
- Diseminación de organismos bioinvasores. (PA.05)
- Transporte y diseminación de dinoflagelados asociados al fenómeno de marea roja. (PA.06)

**Cuadro 65.** Peligros ambientales identificados en el proceso de acopio.

Peligros	Carga de Peces en jaulas del Vivero <sup>iv</sup>	Acopio de peces.
PA.01	√	√
PA.02	√	√
PA.03	√	√
PA.04	√	√
PA.05	√	√
PA.06	√	√

## 6.3 Evaluación de riesgos sanitarios

Los peligros y su evaluación de riesgo asociados a la carga de peces en las jaulas del vivero, están considerados en la sección de evaluación de riesgo en el transporte de peces vivos, en la fase de descarga del proceso de cosecha.

---

<sup>iv</sup> Equivalente a la etapa de descarga considerada en la evaluación de wellboats

En relación al acopio de peces vivos, la magnitud de las probabilidades de diseminación de las enfermedades varía entre *Despreciable* y *Alto* (Ver Cuadro 66).

**Cuadro 66.** Magnitud de los peligros ambientales identificados en el proceso de acopio.

Peligros	Magnitud de Probabilidad <sup>v</sup>
PA.01	Baja
PA.02	Media
PA.03	Baja
PA.04	Despreciable
PA.05	Baja
PA.06	Alta
PA.07	Despreciable

## 7. Resultados Objetivo Específico 7

Determinar las condiciones de instalación y operación de viveros flotantes de salmónidos que permitan minimizar los riesgos sanitarios y ambientales.

Según los resultados de los análisis de riesgo semicuantitativo y cualitativo, existen peligros sanitarios y ambientales que pueden ocurrir durante el proceso de operación del mismo.

En relación con los peligros sanitarios asociados a un vivero flotante, es decir, la probabilidad de que una enfermedad de la lista 1 o 2 ingrese al centro de acopio y pueda a su vez ser diseminada a un centro productivo cercano, se puede establecer que los puntos críticos asociados a la probabilidad de ocurrencia del evento son básicamente:

---

<sup>v</sup> Equivalente a la etapa d descarga considerada en la evaluación de wellboats

- ❖ Llegada del agente o patógeno al centro de acopio o vivero flotante.
  - Descarga de peces portadores de la enfermedad y agua de mar contaminada con el agente.
- ❖ Diseminación del agente o patógeno a otros centros cercanos
  - Diseminación vía vector
    - Biológico
    - Mecánico
  - Diseminación vía fauna silvestre portadora
  - Diseminación vía corriente
  - Diseminación vía wellboat

### **8. Resultados Objetivo Específico 8**

Elaborar un manual de Buenas Prácticas para viveros flotantes (Anexo 5)

## **VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **1. Aspectos generales**

Con el crecimiento de la industria salmonicultora, y su extensión a diversas y más lejanas áreas geográficas, 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, Compañía Pesquera Camanchaca y Marine Harvest.

Como resultado de este Proyecto, se observa que 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 (acondionadas) dedican parte del tiempo a transportar otra carga diferente a peces vivos, que generalmente son objetos tales como redes, alimentos y artículos en general.

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.

Con respecto a la distribución de la posesión de las embarcaciones tipo wellboat en Chile, de acuerdo al catastro realizado en el desarrollo de este Proyecto, se

observa que existe una concentración de las naves en manos de dos empresas, Patagonia Travelling Service y Altamarine Service, quienes en conjunto totalizan la propiedad de 6 de las 12 embarcaciones que cumplen funciones de traslado de peces y que pueden calificarse como wellboat. Además, la empresa Patagonia Travelling Service por si sola posee la tercera parte de la flota total de embarcaciones tipo wellboat.

Adicionalmente a lo señalado, es importante destacar que ambas empresas ofrecen servicio de wellboat a terceros. Cada una de ellas, atiende al menos a 3 empresas propietarias de centros de cultivo de especies salmonídeas. Particularmente, Patagonia Travelling Service se encuentra altamente especializada en traslados de peces vivos de cosecha, con fuertes planes de expansión en esa área, lo que queda demostrado con la adquisición y puesta en marcha reciente de dos embarcaciones diseñadas y construidas íntegramente como wellboat, iniciando operaciones durante el 2002 la primera y durante el 2003, la segunda. Esta renovación de la flota de naves tipo wellboat en el país, queda aún más demostrada si consideramos que durante el segundo semestre del 2003, un nuevo barco entró en operaciones como wellboat, perteneciente a la empresa PescaChile S.A.

La literatura indica que una característica del servicio de wellboat es la amplia diversidad de tipos de embarcaciones, de desarrollo tecnológico en las embarcaciones 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.

En relación con tendencias en la construcción de embarcaciones diseñadas específicamente para operar como wellboat en el país, según el catastro se observa que las preferencias están orientadas hacia los sistemas abiertos de

circulación de agua. Dos de las tres nuevas embarcaciones que iniciaron sus labores a partir del año 2002, funcionan exclusivamente con el sistema señalado.

Respecto a la antigüedad de la flota de embarcaciones que operan en el transporte de peces vivos en el país, al observar los años de botadura de las embarcaciones encuestadas, podemos tener una idea clara. De ocho embarcaciones encuestadas, tres de las naves iniciaron sus operaciones marítimas en la década del 60. Dos lo hicieron en los años 80, y las dos restantes en años muy recientes (2002 y 2003).

Se debe analizar aisladamente el caso de la empresa codificada como "B", quien consignó en la encuesta como año de botadura de su embarcación, el 2002. Sin embargo, al analizar el resto de la información de la nave, se puede concluir que en estricto rigor, esta fecha no es correcta. La embarcación corresponde a una nave reacondicionada para el transporte de peces vivos, lo que indica que posiblemente hubo una mala interpretación de la pregunta por el encuestado, consignando el año de inicio de operaciones de la nave como wellboat, luego de su reacondicionamiento, y no el año de botadura real al mar. Adicionalmente a los datos recogidos en las encuestas, a través de prensa en Internet ([www.aqua.cl](http://www.aqua.cl), portal en la web de la Revista Aquanoticias), se obtuvo información acerca del inicio de operaciones durante Agosto del año en curso (2003), de la nueva embarcación diseñada y construida específicamente como wellboat, perteneciente a la empresa PescaChile S.A..

Entonces, dado el incremento en el transporte de peces en wellboat en el ámbito mundial y nacional, es que países salmonicultores como el nuestro, deben desarrollar protocolos sanitarios para reducir los posibles riesgos derivados de la operación de estas embarcaciones.

## 2. Cosecha con wellboat

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. Los métodos más usados para extraer el pez van desde la quecha o canastillo hasta las bombas de vacío, pasando por los sistemas “air-lift”, que corresponde a un sistema de bombas de agua por inyección de aire a presión, los métodos de adormecimiento pueden ser y según la especie desde el básico golpe de palo en la cabeza, lonas de adormecimiento o tinas de anestesiado por inyección de CO<sub>2</sub>. El traslado de los peces es mayoritariamente en recipientes (bins) con hielo y como ha sido tendencia desde los últimos años, el traslado de los peces vivos en embarcaciones llamadas wellboat hasta las plantas de proceso (Luco *et al.*, 2001).

Respecto al equipamiento, la literatura señala que los wellboat cuentan diferentes sistemas de carga que varían desde poderosos montacargas para mallas y redes hasta cargas por vacío o simple gravedad. En nuestro país el sistema de carga y descarga de peces vivos, de acuerdo al resultado de las encuestas realizadas a través de este Proyecto indican que los barcos construidos como wellboat cuentan con sistemas de vacío y presión positiva en los estanques o bodegas, además de las bombas de vacío. Aquellos que provienen de embarcaciones reacondicionadas usualmente utilizan solamente bombas de vacío. Estos mecanismos podrían aumentar la eficiencia en el uso del tiempo en la cosecha y la manipulación de los peces se reduce al mínimo, si se compara a la cosecha manual.

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 la cosecha desde centros muy aislados como son los centros de la XI Región (Luco *et al.*, 2001). Al respecto, cabe destacar que según los registros del Control Local de Inspección de Naves (Gobernación Marítima, Armada de Chile), siete de las doce naves operativas como wellboat en Chile tienen puerto de operaciones en la X región, una en la XI y una en la VIII.

En relación con las ventajas y desventajas potenciales comparativas de realizar cosecha viva (con wellboat) respecto a la cosecha tradicional, según antecedentes entregados por la empresa Patagonia Salmon Farming S.A. (filial de Patagonia Travelling Service, actualmente propietaria de 4 wellboat); se podría mencionar lo siguiente:

**Cuadro 67.** Ventajas y desventajas de cosecha tradicional y cosecha wellboat

<b>Cosecha Tradicional</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Bajo costo	Menor calidad del producto
Requiere personal poca capacitación	Aumentaría riesgos sanitarios y ambientales en el centro
Bajo nivel de riesgo sanitario y ambiental para centros distantes	Mayor estrés a los peces y a los otros peces en el centro
No se mueve agua en grandes distancias: riesgos de transporte de patógenos y otros (marea roja)	Mayor tiempo en labores
	Depende de condiciones climáticas favorables
<b>Cosecha Wellboat</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Calidad del producto	Alto costo
Disminuye riesgos sanitarios y ambientales en el centro	Aumentaría riesgos sanitarios y ambientales en otros centros distantes
Disminuye tiempos de cosecha	Requiere una alta capacitación en el personal
Mejora el producto y su calidad	Requiere monitoreo de peces (CO2, O2, Temperatura, etc.)
	Es independiente de condiciones climáticas favorables

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 Debe disponerse de una cuadrilla de cosecha (aprox. 10 personas), dependiendo del volumen a cosechar.
  - II. Cosecha de 15.000 unidades, duraría aproximadamente 18 horas en el centro de producción.
  - III. Aumentaría 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.
  
- Cosecha con wellboat Requiere menor cantidad de personal para realizar la 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.

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

- Cosecha tradicionalCalidad 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 wellboatMejoraría en la calidad del producto final.
  - II. Autonomía en caso de atraso por temporal, bajo riesgo de pérdidas.
  - III. No hay escurrimiento, 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 tradicionalGran 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.
  - II. Descarga rápida, mínima logística y muy bajo riesgo de pérdidas.
  - III. Fácil control de procedimiento de aseo y desinfección de la nave.

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<sub>2</sub>.
- 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).
- III. Fácil control y fiscalización de todo el procedimiento.
- IV. Disminución tiempo entre matanza y planta de proceso, pudiendo ser en línea.
- V. Concentra toda la actividad en un solo punto, fácil control.

## 2.1. Transporte de peces vivos

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

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 del

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.

## 2.2. Descripción y Clasificación de wellboat

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 (Luco *et al.*, 2001).

Una definición más simple indica que un wellboat es una embarcación con uno o más estanques, capaz de transportar peces vivos (Rommel, 2000). De acuerdo a las respuestas de las encuestas realizadas en este Proyecto, el 75% de las embarcaciones (considerando 8 como universo total) posee dos estanques o bodegas de carga para transportar peces vivos. El otro 25% (2 naves) posee más de 4 estanques.

Con respecto al ítem transporte de biomasa total expresada en toneladas, si se observan los datos de las embarcaciones de las empresas codificadas como “B” y “C” en los resultados de este Proyecto (ambas naves con sistema de circulación de agua mixto, es decir, abierto y cerrado), llama la atención el dato que consigna “C” para este parámetro (105 toneladas de transporte de biomasa total). Esta cifra es mucho mayor que las 30 toneladas de transporte de biomasa total, informadas por “B”. Una explicación probable estaría dada por la mayor capacidad que se logra al aumentar las densidades de carga de peces vivos (kg peces/m<sup>3</sup> agua); posibilidad dada cuando un wellboat mixto funciona con la alternativa de sistema cerrado y tiene instalado un sistema de enfriamiento del agua, que permitiría la disminución del metabolismo de los peces. Entonces, se puede suponer que la

empresa “C” (que efectivamente cuenta con sistema de enfriamiento del agua), entregó información asumiendo funcionamiento con sistema de recirculación de agua (cerrado), mientras que “B” lo hizo considerando funcionamiento con sistema abierto.

Sin perjuicio de lo anterior, 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).

Sin embargo, al revisar los datos de las embarcaciones de reciente construcción que operan en el país, se observa que a pesar de funcionar sólo con sistema abierto de circulación de agua, y con 2 estanques, pueden transportar entre 75 y 90 toneladas de biomasa. La explicación está dada aparentemente sólo por un mayor tamaño de los estanques, ya que no funcionan con densidades de carga de peces tan altas como los sistemas cerrados.

En general, las capacidades de transporte varían en Chile, de acuerdo a lo informado por todas las empresas encuestadas, entre 30 a 105 toneladas de biomasa. Datos de la literatura respecto a dimensiones, indican que un wellboat puede medir aproximadamente 32 m de largo y tiene capacidad para trasladar entre 40 y 50 toneladas de peces vivos por cada trayecto (Rommel, 2000).

Según la literatura, el tamaño de estas embarcaciones en el país, oscila entre los 25 y 45 metros de eslora, teniendo como parámetro de diseño el que la capacidad de carga sea 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, de las embarcaciones consideradas, se observó que el 75% son barcos acondicionados (reacondicionados) para cumplir con el servicio de transporte de peces, y el 25% de éstos son fabricados específicamente para estos fines.

Además, se puede observar que 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<sup>3</sup> agua) o cerrado (densidad máxima 305 kg peces/m<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> agua).

### **3. Descripción y Caracterización de Viveros Flotantes**

Los viveros flotantes en nuestro país, corresponden a un lugar físico y con infraestructura necesaria para la recepción y acopio de peces vivos provenientes de diferentes centros de cultivo de salmónidos, con el objetivo de ser faenados. Por lo general, la infraestructura incluye balsas-jaulas similares a las utilizadas en centros de cultivo. El vivero se ubica generalmente muy cercano a la planta de procesamiento, lo cual puede también significar incrementar los riesgos dependiendo el tiempo que los peces se encuentran en éstos y de las densidades de peces acopiadas.

Las instalaciones de un vivero flotante, pueden además opcionalmente contar con bombas utilizadas para trasladar los peces desde las balsas-jaula a tierra, donde se realiza el proceso de matanza en una estructura móvil o fija, dependiendo de la modalidad utilizada.

La información de los viveros encuestados nos dice que se ubica muy cerca de la planta de proceso (aproximadamente 350 metros), pero también muy cerca del centro de engorda de peces más cercano (1 km). El análisis de este punto fue muy importante al desarrollar los Objetivos Específicos 6, 7 y 8; ya que si bien los viveros encuestados informan que las instalaciones y las redes de las jaulas son limpiadas periódicamente, además de que existe eliminación permanente de mortalidades y que las densidades manejadas en las jaulas no exceden los 25m kg/m<sup>3</sup>, dicha cercanía puede ser un punto muy sensible respecto a potenciales riesgos sanitarios como la transmisión horizontal de enfermedades, y también a riesgos ambientales.

Es importante destacar una situación particular que se observó a través del desarrollo del Proyecto. En la actualidad en el país es común la práctica de utilización de concesiones marítimas otorgadas para centros de cultivo, como viveros flotantes o centros de acopio de peces vivos de cosecha. Ello obviamente

ha sido realizado sin una resolución respectiva de la Subsecretaría de Pesca, ni la autorización final de la Gobernación Marítima para uso como vivero.

#### **4. Evaluación de peligros sanitarios y ambientales en wellboat y Viveros**

##### **4.1. Peligros Sanitarios**

Analizando los resultados obtenidos es posible concluir que como modelo general de transporte de peces vivos, los peligros más importantes en términos de probabilidades es la diseminación de las enfermedades ISA e IPN.

Al comparar las modalidades de cosecha de salmónidos (tradicional y wellboat) se observa que las diferencias en cuanto a peligros sanitarios están dados principalmente por tres factores:

- i. Enfermedades de mayor riesgo.
- ii. Magnitud del riesgo.
- iii. Etapa del proceso de cosecha con mayor riesgo.

Sobre la base de estos tres factores se puede establecer la siguiente matriz de diferencias (Cuadro 68):

**Cuadro 68.** Matriz de diferencias de peligros según el tipo de cosecha de peces vivos.

Tipo Cosecha	Enfermedad Mayor Riesgo	Magnitud del Riesgo	Etapa de Mayor Riesgo
Tradicional	ISA	Media a Alta	Cosecha
	IPN		Transporte
	SRS		
Wellboat Abierto	ISA	Baja a Despreciable	Transporte
	IPN		Descarga
Wellboat Cerrado	ISA	Baja a Despreciable	Descarga

A pesar de lo anteriormente señalado se debe considerar que el sistema de wellboat cerrado posee ciertas ventajas por sobre los otros dos sistemas de cosecha si se considera un movimiento en el que la carga de peces se lleve a cabo en una zona no infectada por cualquier patógeno y este transporte debe pasar por una zona infectada para finalmente llegar otra vez a una zona libre. Bajo estas circunstancias el wellboat cerrado poseerá claramente un menor riesgo que un wellboat abierto.

Esto debe evaluarse para cada tipo de transporte y las condiciones específicas del transporte.

Tal como lo señalaron Pinto y col. (2003), aunque las consecuencias económicas de un brote en Chile de una enfermedad exótica en salmonicultura es difícil de cuantificar, se puede esperar que sean en términos medios a moderadas y las consecuencias económicas de un brote de una enfermedad endémica ya presentes se asume en términos medios a bajo. Teniendo en cuenta las consecuencias moderadas, en el caso de ISA, la probabilidad de ocurrencia y las pérdidas económicas asociadas fueron asumidas con cierta dificultad por los sectores involucrados y sus repercusiones se observarían en el corto plazo. Por otra parte, las consecuencias bajas fueron definidas sobre una probabilidad de ocurrencia y pérdidas económicas asociadas sin mayores consecuencias por los sectores involucrados.

Sin embargo al evaluar las consecuencias del ingreso de una enfermedad a una zona o país deben tenerse antecedentes sobre los cuales llevar a cabo ciertas estimaciones. Asimismo, deben poseerse valores estimativos de los costos de la implementación de medidas de mitigación. Hasta la fecha no existen antecedentes documentados que permitan llevar a cabo una estimación de los costos tanto por la magnitud del impacto directo de las enfermedades como en la implementación de medidas de mitigación en la industria salmonicultora. Las experiencias en Chile al respecto y que se encuentran documentadas en mayor o menor medida son referidas a problemas sanitarios en especies tales como Fiebre Aftosa en los años 1981, 1987, estimaciones de consecuencias por riesgo durante el año 2000 y 2001 dada la epidemia que ocurrió en el continente sudamericano y las estimaciones de costos y consecuencias en el brote de Influenza Aviar del año 2002 en Chile.

De dichas experiencias es posible estimar cual es la magnitud del impacto de un brote de una enfermedad cuyas estimaciones de consecuencias iban desde extremas en el caso de Fiebre Aftosa, a altas en el caso de Influenza Aviar. Es así como en el caso del brote de Fiebre Aftosa del año 1987 ocurrido en Chile los costos operacionales fueron estimados en US\$ 2.531.258 y las pérdidas en animales y costos indirectos se estimaron en US\$ 7.989.441, del momento (SAG, 1988). Este costo representó aproximadamente un 0,31% del PIB del sector agropecuario del año 1987.

Por otra parte, en el brote de Influenza Aviar del año 2002 los costos y pérdidas fueron estimados en US\$ 31.779.461 lo que significó un 47,4% del total de exportaciones del sector avícola en el año 2001 (Verdugo et al, 2003). En el foco fue afectada la totalidad de las aves reproductoras de una empresa, que en el momento del foco, representaba alrededor del 40% de la producción de aves de carne en Chile, es decir el foco afectó de manera importante la capacidad de producción de broilers del país. Adicionalmente la Influenza Aviar altamente

patógena es una enfermedad que genera restricciones de exportación a aquellos países que la tienen presente en su territorio.

En base a los números expuestos anteriormente es posible deducir que en el caso de ambas enfermedades los costos fueron altos, se diferencian entre ambos en que los costos operacionales del brote de Fiebre Aftosa fueron asumidos íntegramente por el sector público, en cambio los costos del brote de Influenza Aviar fueron asumidos en un alto porcentaje por el sector privado.

Es posible estimar que en el sector salmonicultor se dé una situación similar a la encontrada en el sector avícola de Chile en el año 2002 en el caso de producirse un brote de alguna enfermedad, es decir un gran porcentaje de los costos asociados como hasta la fecha, serían absorbidos por el sector privado. Si se lleva a cabo una extrapolación de valores, lo que sin duda tiene serios inconvenientes, pero resulta ser la única estimación que se basa en experiencias nacionales de control de focos y erradicación de enfermedades exóticas, es posible deducir que dado el nivel de las exportaciones de carne de salmónidos desde Chile, un brote de una enfermedad cuyas consecuencias han sido estimadas entre bajas y moderadas se puede esperar un impacto de entre un 5% a un 10% del total de exportaciones. Es decir si se considera el monto de exportaciones del sector del año 2003, que fueron valorizados en US\$ 1.147.000.000 se puede esperar que los costos asociados a un brote pueden exeder los US\$ 147.000.000. Dados los antecedentes evaluados en el brote de Influenza Aviar es posible deducir que la estructura de costos de un brote de una enfermedad grave sea similar a la que se muestra en el cuadro N° 69 en el que se desglosa la estructura ya sea en el caso de una enfermedad que genera restricciones de mercado o en una enfermedad que no genera restricciones de mercado.

**Cuadro 69.** Estructura de costos de un brote de enfermedad por ítem, según capacidad de generar restricciones de mercado por parte de la enfermedad.

ITEM	Enfermedad que genera restricciones de mercado	Enfermedad que no genera restricciones de mercado
Tratamientos	0,002%	0,01%
Pérdidas productivas	35,02%	73,47%
Saneamiento y reposición	1,90%	3,91%
Bioseguridad y Vigilancia	9,63%	20,2%
Comunicaciones, capacitaciones y asesorías	1,15%	2,42%
Perdidas de mercado	52,3%	0,0%
Total	100,0%	100,0%

#### 4.2. Peligros Ambientales

En relación a la probabilidad de diseminación de agentes patógenos de moluscos es posible observar que las probabilidades en los tres sistemas de cosecha son despreciables. Esta situación se puede asociar con que los centros de cultivo de salmones son instalados en sitios de una profundidad tal que impide el contacto directo entre la balsa jaula y el fondo marino. Adicionalmente los procesos de cosecha tanto tradicional como por medio de wellboat se llevan a cabo por medio de un recogimiento de las redes lo que aleja aun más la posibilidad de arrastrar sedimentos de fondo. Por último los peces salmónidos no actuarían como vectores de enfermedades de moluscos ni biológicos ni tampoco mecánicos por lo que está probabilidad debiese tender a ser *Despreciable*.

Por otra parte, la contaminación por medio de materia orgánica es considerada despreciable tanto en la cosecha tradicional como en la cosecha con wellboat abiertos, pero alcanza niveles medios en el caso de los wellboat cerrados. Esta situación puede ser asociada a un nivel de probabilidad en que los sistemas de

recirculación de agua en los barcos no sean capaces de tomar el agua desde el fondo de los estanques, lo que sumado a los procesos de turbulencia interna impidiese el adecuado filtrado de los sedimentos.

Al analizar los resultados obtenidos tanto para la probabilidad de contaminación con Fósforo y con Nitrógeno, ambas probabilidades fueron evaluadas como Despreciables. Esta situación se debe a que los peces poseen una tasa de eliminación de estos compuestos relativamente baja lo que impediría que a pesar de que en cosecha son movilizados y concentrados en gran número la eliminación de estos compuestos pudiesen convertirse en un problema ambiental.

Los procesos de liberación accidental de salmones al medio ambiente son en la práctica muy similares en los tres sistemas y son calificados en un nivel *Bajo*. En los tres sistemas de cosecha el punto de mayor riesgo de escape de peces es en la captura y carga, donde las redes son sometidas a una gran tensión. En las etapas siguientes de cosecha, transporte y descarga, la probabilidad de escape es prácticamente nula. En la cosecha tradicional los peces son sometidos a sacrificio en el mismo centro, y en el caso de los wellboat, el transporte en estanques y la descarga con ductos (salmoductos) impiden la fuga de peces al medio marino.

Al observar las probabilidades de diseminación de agentes patógenos que puedan afectar la salud de las especies silvestres, se constata que la mayor probabilidad de ocurrencia se encuentra en los procesos de cosecha tradicional dado principalmente por el vaciado de agua sangre al mar producto de la faena. Le sigue como proceso el sistema de cosecha por medio de wellboat cerrado dado principalmente por el evento de descarga de peces en destino ya que eventualmente el transportar peces enfermos puede llevar a movilizar enfermedades desde una zona con mayor infección a una zona con menor grado de infección o libre. Igualmente al evaluar la probabilidad de diseminación de especies vegetales o animales que puedan constituir una posible bioinvasión el sistema de wellboat cerrado presenta una probabilidad media.

Finalmente al evaluar la probabilidad de que los sistemas de cosecha transporten y diseminen Marea Roja, para los expertos el sistema que poseería la menor probabilidad sería el de cosecha por medio de wellboat abierto, seguido por el sistema de cosecha tradicional y el que poseería la mayor probabilidad es el sistema de wellboat cerrado.

Estos resultados no son compatibles con las observaciones llevadas a cabo en otra sección de este estudio, sin embargo la probabilidad de transporte y diseminación por medio de wellboat abiertos pudiese estar dada por un efecto de arrastre de los microorganismos causantes de Marea Roja.

De los resultados obtenidos de las muestras analizadas para los peligros ambientales, no se observan diferencias significativas para los parámetros considerados en las muestras tomadas al inicio del trayecto y la muestra compuesta. Se puede apreciar una leve disminución de los valores de casi la totalidad de los parámetros, a excepción del amonio para el caso del wellboat Embarcación 2, lo que se podría explicar por una mayor concentración de contaminantes en las aguas de las jaulas de cultivo.

Debido a que ambas embarcaciones funcionaron con modelo de transporte abierto y considerando los tiempos de transporte realizados, durante los cuales los peces no fueron alimentados, se esperaría que los niveles de concentración de los parámetros durante el trayecto de transporte son niveles normales de concentración de estos en el agua de mar, indicando que el proceso de transporte mediante wellboat, no significa una fuente significativa de contaminación química al ambiente. Empero, cabe considerar que este monitoreo se realizó en tramos cortos de viaje y que sólo se consideró la posible contaminación originada por la carga de los wellboat y no los posibles impactos derivados directamente de la embarcación como antifouling, desechos generados, etc.

Con relación a los parámetros de terrenos, es posible apreciar un aumento de temperatura y pH en aproximadamente un punto para la Embarcación 1, en relación con los niveles medidos al comienzo del muestreo. Por su parte los niveles de pH y temperatura del Embarcación 2 se mantuvieron constantes durante todo el período de muestreo. Para el caso de la temperatura es conveniente señalar que se contó con un día muy soleado durante el monitoreo de la Embarcación 1, lo que aumento la temperatura ambiental a medida que transcurría el día, lo que no ocurrió para el caso del monitoreo del Embarcación 2, que se contó con un clima alterado, lo que pudo haber influido en los resultados finales obtenidos.

Se hace necesario y se sugiere en un futuro trabajo de investigación poder evaluar alguna embarcación con sistema de transporte cerrado, considerando un trayecto de transporte lo más largo posible, con el fin de estimar los posibles impactos de este tipo de proceso.

## 5. Transporte de Marea Roja

### 5.1. Primer estudio

La agrupación temporal de las muestras positivas sugiere la presencia de núcleos de *Alexandrium catenella* (elipses en Fig. 65). Al menos en el primer núcleo, el más cercano al origen, la frecuencia de muestreo fue de alrededor de 20 minutos, lo que podría sugerir una continuidad espacial de la presencia de la célula tóxica en ese tramo. Sin embargo, en el segundo núcleo, las dos muestras consecutivas positivas estuvieron separadas por una hora, alrededor de 20 km, situación que no permite asegurar la existencia de continuidad de la presencia de células tóxicas. Del mismo modo, no se puede saber que ocurrió entre una muestra positiva y otra negativa ya que la separación temporal (una hora) y espacial (20 km) impiden saber el momento exacto en que el wellboat deja de diseminar células. Por las mismas razones no se pudo apreciar la variación de la concentración de células tóxicas en los estanques del wellboat, desde que se detectó la primera muestra positiva, ni tampoco hacer el seguimiento de la disminución de las células hasta la primera muestra negativa, información que estaría relacionada con la supuesta capacidad de diseminación de células por parte de la embarcación.

Estos resultados preliminares indicarían una factibilidad de transporte de células tóxicas de marea roja por parte de las embarcaciones que transportan peces vivos con sistema de circulación de agua abierto. Por esta razón se decidió llevar a cabo un segundo estudio en el mismo barco y por la misma ruta para poder obtener información más específica relativa al ingreso y mantención de células a los estanques, así como también determinar la extensión de diseminación de células. Se propuso además, estudiar con mayor detalle la dinámica del flujo de agua a través de los estanques y evaluar la posibilidad de la existencia de aguas residuales o espacios muertos dentro de éstos. Finalmente, se decidió hacer un análisis de los sedimentos durante la descarga de los peces en el destino para determinar la presencia de células tóxicas.

## 5.2. Segundo estudio

El primer resultado del estudio es la confirmación de la presencia de microalgas tóxicas al interior de los estanques de la embarcación. Esta vez, además de encontrar *A. catenella*, se detectó *D. acuta* y *P. delicatissima*, todas en muestras de red, lo que confirma la existencia en la región de Aysén para el veneno paralizante de moluscos (VPM) y veneno diarreico de moluscos (VDM). Además, se detectaron otras especies de diatomeas y dinoflagelados de menor impacto sanitario, lo que habla de que no existe ningún impedimento mecánico o biológico que evite el ingreso de fitoplancton a la embarcación. Se detectó la presencia del dinoflagelado ictiotóxico *P. micans* en el mar en algunas estaciones, sin embargo, no se evidenció en ninguna muestra obtenida desde el estanque.

Si se analizan las curvas de muestras de red en el mar de las tres especies, se puede observar que se inician con un máximo y siguen una tendencia general hacia la disminución hasta desaparecer o mantenerse en un nivel mínimo, pero no vuelven a aumentar. Esta situación sugiere que el sitio del origen del trayecto es o estaba cerca de un foco de células tóxicas, luego a medida que el barco se aleja de estos focos los recuentos de células decaen.

Las curvas de muestras de red del estanque muestran un comportamiento con forma de campana o media campana descendiendo. Esto sugeriría un proceso de ingreso, punto máximo y egreso de las células tóxicas al estanque que está muy relacionado con la curva de muestras de red en el mar. Al parecer este comportamiento es producto de una única gran exposición de la embarcación a focos de células tóxicas, ya que en ninguno de los casos los recuentos vuelven a aumentar una vez que han llegado a su nivel mínimo.

Al analizar el comportamiento de las dos curvas en conjunto, se aprecia que la caída de la curva de red estanque toma más tiempo que la caída de la curva de red mar o, en el caso de *A. catenella*, la caída del estanque se inicia más tarde que la del mar. Incluso, en el caso de *D. acuta* y *A. catenella*, se aprecia que al

final de trayecto el estanque posee recuentos regulares y erráticos (2 y 1) al mismo tiempo que el recuento en el mar es cero. Dicho de otro modo, las células de fitoplancton una vez ingresadas a los estanque tardan un tiempo en salir. Esta evidencia hace pensar que, en algunos casos, el sistema de circulación de agua no es completamente eficiente en renovar la totalidad del volumen en un tiempo adecuado.

Si se comparan las dos curvas para el caso de *A. catenella*, se puede apreciar que desde que dejan de aparecer recuentos positivos en las muestras de mar hasta que sucede lo mismo con las muestras de estanque, el barco avanza por tres estaciones de muestreo. Si esto se transforma en números se puede evidenciar lo siguiente: la primera estación que presenta recuentos negativos en el mar es la estación 14. Por otro lado, la primera estación que presenta recuentos negativos en el estanque es la estación 16. El tiempo transcurrido entre estas dos estaciones fue 20 minutos; si el barco viajaba a 12 nudos/h en línea recta, las dos estaciones estaban separadas por 4 nudos o por 7,4 Km, distancia durante la cual el barco podría haber diseminado *A. catenella*.

Sin embargo, si se comparan las mismas dos curvas en el caso de *A. catenella* se evidencia que los recuentos máximos de la curva red estanque no superan los máximos de la curva red mar, lo que sugiere que los estanques no juegan un papel concentrador de fitoplancton. Esta apreciación no es posible hacerla en los otros casos ya que los niveles máximos alcanzan el tope de la escala cualitativa (4), situación que no dejaría evidenciar una concentración mayor de células.

En la última estación (19), se tomaron tres muestras del agua remanente del estanque luego que este se vació. En la muestra número 1 se detectó la presencia cualitativa de células de *D. acuta* y *P. delicatissima*, en la cantidad de 1 y 16 cél/mL, respectivamente. Sin embargo, las otras dos muestras resultaron negativas a la presencia de células tóxicas. Esta situación llama la atención ya que las tres muestras fueron tomadas a poca distancia una de otra en un rincón de la

parte posterior del estanque de estribor. Estas muestras no se compararon con muestras de agua del mar tomadas en el mismo momento, por lo que el origen de estas células puede ser las aguas circundantes del centro de acopio, sin embargo, la presencia de células de *D. acuta* en la zona de Quellón es muy escasa.

Según la información entregada por la empresa propietaria de la embarcación y los cálculos efectuados, el caudal de agua que ingresa a cada estanque de la embarcación es de 8.568 m<sup>3</sup>/h, por lo que, considerando que cada estanque tiene un volumen de 350 m<sup>3</sup> y que el barco se mueve a una velocidad de crucero de 12 nudos/h, se efectuarían 24 recambios completos cada una hora.

Sin embargo, este cálculo sólo refleja la eficiencia teórica que presenta el sistema de llenado y vaciado del estanque, ya que no se consideran las pérdidas de carga ya sea por el largo de la tubería de acceso y salida del agua, la resistencia que ejerce el volumen de peces, considerando éste como un todo, que genera una pérdida de carga importante y la resistencia que ejercen las rejillas o filtros dispuestos en la bocatoma. Además, se debe considerar que las tuberías de acceso y salida de agua del estanque se encuentran en el piso de la estructura (Ver anexo 6). Esta situación se traduce en una diferencia de las tasas de recambio del agua en distintos segmentos de estanque, siendo menor en las partes altas y mayor en las zonas bajas expuestas a la corriente principal. La eficiencia de renovación del agua dentro de una embarcación es producto de las capacidades del sistema de renovación de agua y de un correcto diseño de los estanques.

El Programa Sanitario General de Procedimientos de Transporte (PSGT) administrado por SERNAPESCA establece que los sistemas abiertos se deben asegurar un recambio mínimo de 2 cambios/hora del 100% del volumen del estanque de traslado.

## VII. CONCLUSIONES

- ❖ El catastro en estudio correspondió a 12 embarcaciones tipo wellboat dedicadas al transporte de peces vivos, pertenecientes a 8 empresas, 2 de las cuales concentraron la mitad del catastro total en estudio.
- ❖ Existen 4 viveros flotantes, pertenecientes a 4 empresas diferentes, autorizados por la Subsecretaría de Pesca para operar en el país. Dos de estas instalaciones se ubican en la Xa región y las dos restantes en la XI región.
- ❖ 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 en la 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.
- ❖ En la actualidad en el país existe la práctica común de utilizar concesiones marítimas otorgadas para centros de cultivo, como viveros flotantes o centros de acopio de peces vivos de cosecha. Esto ocurre sin la Resolución respectiva de la Subsecretaría de Pesca, ni la autorización final de la Gobernación Marítima.

- ❖ Del análisis de la encuesta de Identificación de Peligros Sanitarios y Ambientales es posible inferir que el mayor riesgo se encontraría en los procesos de cosecha tradicional, seguido por los procesos en wellboat del tipo cerrado y por ultimo el menor riesgo seria el asociado a procesos realizados por wellboat del tipo abiertos.
  
- ❖ Dentro del análisis ambiental, el riesgo de contaminación por Nitrógeno y Fósforo fue calificado como despreciable, pero debiesen llevarse a cabo mayores estudios futuros que permitan medir en diferentes condiciones de carga de las bodegas la salida de estos compuestos.
  
- ❖ Dentro del análisis sanitario, las enfermedades endémicas presentes en Chile como IPN y BKD presentan el mayor nivel de riesgo relativo de diseminación en los procesos de cosecha de peces vivos.
  
- ❖ En el análisis de marea roja, la embarcación en estudio fue capaz de incorporar en sus estanques fitoplancton nocivo cuando este se encontró en el medio marino. Sin embargo, esta no concentró fitoplancton en sus estanques.
  
- ❖ En el análisis de marea roja, se observó que la embarcación actuó como diseminador de los dinoflagelados tóxicos *D. acuta* y *A. catenella*.
  
- ❖ La percepción de riesgo asociada a marea roja no es compatible con los resultados obtenidos de los estudios de campo realizados. La causa de esta incompatibilidad se debe probablemente la ausencia de estudios pre-existentes que permitiesen corroborar en forma previa la existencia del riesgo.
  
- ❖ Se ha evidenciado en este estudio que en las condiciones que se están aplicando las medidas de desinfección con ozono, se detectaron agentes patógenos en los estanques de wellboat.

- ❖ Se sugiere evaluar los protocolos de limpieza y desinfección, dependiendo del tipo de operación realizado y el riesgo involucrado en esta. Estos protocolos deben considerar las siguientes etapas: limpieza y lavado profundo (con agua caliente a presión más un detergente), enjuague, desinfección, enjuague, un monitoreo de la actividad y el registro de ésta.
  
- ❖ Se estima que las medidas de mitigación de riesgo sanitario para los agentes patógenos de especies salmonídeas y de marea roja deben centrarse en aspectos de zonificación, un sistema de monitoreo en red para enfermedades, monitoreo de marea roja y un sistema de control de movimiento de los peces vivos.
  
- ❖ Otros peligros identificados en este trabajo como el traslado y apozamiento de mariscos y crustáceos, las descargas de agua de lastre y el transporte de alevines deben ser evaluados
  
- ❖ La renovación del agua es un aspecto crítico en la diseminación de patógenos y peligros ambientales, se recomienda evaluar la eficiencia de los sistemas en todas las embarcaciones de transporte de peces vivos con embarcación de tipo abierto.

## **BIBLIOGRAFIA**

Anderson, D.M., P. Andersen, V.M. Bricelj, J.J. Cullen, and J.E. Rensel. 2001. Monitoring and Management Strategies for Harmful algal Blooms in coastal Waters, APEC #201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Program, Singapore, and Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No. 59, Paris.

APHA, AWWA & WEF. 1998. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 20<sup>th</sup> Ed. Cleceri, L., Greemberg, A.E and Eaton, A.D. eds.

Asociación de Productores de Salmón. 2000. Informe Estadístico Mensual, Diciembre 2000.

Balech, Enrique. 2002. Dinoflagelados tóxicos del Cono Sur Americano. Capítulo 4 de Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. E.A. Sar, M.E. Ferrario y B. Reguera (Eds.). Instituto Español de Oceanografía, 303 pp.

Canadian Food Inspection Agency. 2002. "Animal and Animal Product Importation into Canada, and the appropriate Level of Protection"

Clayton, D and Hills, M. 1993. Statistical Models in Epidemiology. Oxford Science Publications. 362pp.

ECOHAB. The ecology and oceanography of harmful algal blooms. National research agenda. 1995. Anderson, D. M. (Ed.). Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA. 66pp.

Fundación Chile 2003. Código de Buenas Prácticas para Centros de Cultivo de Salmónidos Ambientalmente bien Manejados.

Guzmán, L.; Pacheco, H.; Pizarro, G.; Alarcón, C. 2002. *Alexandrium catenella* y Veneno Paralizante de los Mariscos en Chile. Capítulo II de Floraciones Algales

Nocivas en el Cono Sur Americano. E.A. Sar, M.E. Ferrario y B. Reguera (Eds.). Instituto Español de Oceanografía, 303 pp.

Hernández, R; Fernandez, C; Baptista, P. 1993. Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill, México. 505pp.

Luco, R.; Proessel, O.; Bahamonde, R. 2001. La Acuicultura en Chile. En: Gestión de Calidad en las Actividades Marítimas Portuario-Pesqueras. Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)-Instituto de Ciencias Navales y Marítimas Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile.

McDiarmid S.C. 1993. Risk analysis and the importation of animal and animal products. In: Risk Analysis, animal health and trade. Revue Scientifique et Technique. Vol. 12: 4: 1093-1106.

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción – Servicio Nacional de Pesca. 2003. Programa Sanitario General de Procedimientos de Transporte (PSGT), Enero 2003.

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción – Servicio Nacional de Pesca. 2003. Programa Sanitario General de Limpieza y Desinfección Aplicable a la Producción de Peces (PSGL), Enero 2003.

OIE. 2003. Aquatic Animal Health Code, Sixth Ed. 165 p.

Pinto y colaboradores (2003) Riesgos de introducción de enfermedades infectocontagiosas en salmónidos. Informe final proyecto FIP 2001, pp-08. 186.

Reguera, B. 2002. Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas. Capítulo I de Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. E.A. Sar, M.E. Ferrario y B. Reguera (Eds.). Instituto Español de Oceanografía, 303 pp.

Rickmers, A; Todd, H. 1972. Introducción a la Estadística. Editorial C.E.C.S.A. España. 645 pp.

Rommel, D. 2000. Fisheries Industries as the Motor for Economic Development in a Stricken Economy. Case Study: the Island of Unst, Shetland.

SAG. 1988. Erradicación del brote de Fiebre Aftosa en Chile, 1987. 60 pp.

Sánchez, V. 2003. Acuicultura 2002: "Impera la calma en aguas Chilenas". En: Revista AquaNoticias, año 15 N° 78, mayo 2003, 6:15.

Sanders, J.E.; Fryer, J.L. 1980. *Renibacterium salmoninarum* gen. nov., sp. nov., the causative agent of bacterial kidney disease in salmonid fishes. *International Journal of Systematic Bacteriology* **30**:496-502.

SERVICIO NACIONAL DE PESCA. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Resolución exenta 64, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa sanitario general de procedimientos de transporte (PSGT)".

Siegel, S. 1970. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Editorial Trillas, México. 658 pp.

Spiegel, M. 1994. Estadística. Editorial McGraw Hill Interamericana, México. 556 p

Suárez-Isla, B. A.; Guzmán, L. 1998. Mareas Rojas y toxinas marinas. Serie "Orientaciones en Ciencias, Tecnología y Cultura", Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 98 pp.

Suárez-Isla, B. A.; López, A.; Hernández, C.; Clément, A.; Guzmán, L. 2002. Impacto económico de las floraciones de microalgas nocivas en Chile y datos recientes sobre la ocurrencia de veneno amnésico de los mariscos. Capítulo II en Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. E.A. Sar, M.E. Ferrario y B. Reguera (Eds.). Instituto Español de Oceanografía, 303 pp.

Suárez-Isla, B. A.; Clément, A. 2002. Proyecto FONDEF MR0211004 "Investigación, Tecnologías de la Información y Capacitación Local para apoyar la Toma de Decisiones sanitarias en Mareas Rojas", Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Medicina y Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 75 p. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)-FONDEF.

Taucher, E. 1999. Bioestadística. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 312 p.

Tisdall, D.J. and Phipps, J.C. (1987). Isolation and characterisation of a marine birnavirus from returning quinnat salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the south island of New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* **35**:217-218.

Verdugo, C.; Rojas, H.; Urcelay, S.; Pinto, J. 2003. Evaluación del Impacto Económico de un Brote de Influenza Aviar Altamente Patógena en Planteles de Producción Avícola en Chile. Proceedings X Internacional Symposium of Veterinary Epidemiology and Economics, Viña del Mar, Chile, Noviembre 2003.

Vose, D. 1997. Quantitative Risk analysis. A guide to Monte Carlo simulation modelling. Pub: John Wiley and sons Ltd., Chichester, England,.328 pp.

Vose, D. 2001. Risk Analysis. A quantitative guide. Pub: John Wiley and sons Ltd., Chichester, England,.418 pp.

Wolf, K.; Quimby, M.C. and Bradford, A.D. 1963. Egg-associated transmission of IPN virus of trouts. *Virology* **21**:317-321.

Wooldridge, M. 1996. Risk Analysis, risk assessment, animal health and the decision making process. *State Veterinary Journal* 6 (1), 4-6.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### Encuestas de caracterización de embarcaciones de transporte de peces vivos

#### ENCUESTA CLASIFICACIÓN DE WELLBOATS

FECHA:

EMPRESA PROPIETARIA:

NOMBRE ENCUESTADO:

CARGO:

#### CARACTERIZACIÓN WELLBOATS

##### 1. CARACTERÍSTICAS DEL BARCO

Nombre del Barco:

##### 1.1) Tipo de Barco

Medidas:

Eslora (metros):	<input type="text"/>
Manga (metros):	<input type="text"/>
Calado (metros):	<input type="text"/>
TRG:	<input type="text"/>
Desplazamiento (toneladas):	<input type="text"/>

Materiales de Estructura:

Tipo de Barco:

Acondicionado	<input type="text"/>
Construido como Wellboat	<input type="text"/>

Año de botadura:

Nombre del Astillero:

Autonomía de Navegación:  días  km

Velocidad Crucero de Navegación:  km/hora

##### 1.2) Agua de Lastre

Volumen de agua lastre (capacidad):  m<sup>3</sup>

Manejo agua de lastre: Tratamiento del agua de lastre: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Tipo tratamiento:

Carga y vaciado de agua de lastre: Descarga el agua de lastre en:  Lugar donde se carga los peces o materiales.  
Otro:

Carga del agua de lastre:  Lugar donde se descargan los peces o materiales.  
Otro:

##### 1.3) Estanques de Carga

Número de estanques:

Capacidad promedio de cada estanques en m<sup>3</sup>:

Capacidad de carga por m<sup>3</sup> de agua:  (número de peces por m<sup>3</sup> de agua)

Capacidad de carga total en toneladas:

Tipo de material de la estructura de estanques:

Estructura Externa	Estructura Interna	Revestimiento	Pintura
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

##### 1.4) Circulación y Tratamiento de Agua (Estanques de Carga)

Sistema de Circulación del agua:

Abierto	<input type="text"/>
Cerrado	<input type="text"/>
Ambos	<input type="text"/>

Tiene sistema de tratamiento del agua: SI  No

Descripción breve:

Posee sistema de oxigenación: SI  No

Descripción breve:

Posee sistema de enfriamiento del agua: SI  No

Descripción breve:

Tipo de llenado y vaciado de agua:

Número de bombas:

Tipo de bombas:

Potencia (Hp)	Litros/minuto		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**1.5) Sistemas de monitoreo de peces (Oxígeno, Amonio, pH, etc.)**

Posee sistema de monitoreo de peces:

Sí   
 No

Variables monitoreadas:

	(Marque X)	Límite Inferior	Límite superior
Oxígeno			
Amonio			
pH			
CO2			
Temperatura			
Otras			

Cuales:


Frecuencia de monitoreo:

Frecuencia (Cantidad / Unidad de Tiempo)

Oxígeno	
Amonio	
pH	
CO2	
Temperatura	

Otra: \_\_\_\_\_

Otra: \_\_\_\_\_

Existen Registros:

Sí   
 No

Posee procedimientos establecidos de cómo actuar cuando las variables monitoreadas exceden los valores límites.

Sí   
 No

¿Están descritos los procedimientos en algún documento? (manual, protocolo, etc.)

Sí   
 No

**2. DESCRIPCIÓN DE LA TRIPULACIÓN**

**2.1) Nº de Tripulantes**

Total  
 Relacionados directamente  
 con el manejo de los peces


**2.2) Funciones y responsabilidades desempeñadas por cada tripulante**

Cargo	Funciones Desempeñadas	Responsabilidades Asignadas	Formación*	Capacitación **
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

\* Técnica (T); Profesional Universitaria (P); Media Completa (M)

\*\* Ha recibido capacitación especializada en las labores que desempeña (Sí o No)

**3. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES DEL WELLBOAT**

**3.1) Marque el tipo de operaciones realizadas por el Wellboat:**

Cosecha:  
 Transporte de smolts:  
 Transporte de Alevines:  
 Transporte de Alimento:  
 Transporte de Redes:  
 Otras

Orden # (ver notas)	Frecuencia ##

Cuales:


Notas:

# : Coloque número (1, 2,...n) según orden de importancia al tipo de carga que transporta en el año.

##: Indique una estimación del número de viajes efectuados por cada tipo de carga y por unidad de tiempo (Ej.: 20/mes)

Presta servicios de wellboats a otras empresas:

Sí   
 No

Cuales:


**3.2) Describa la preparación general del barco antes de iniciar la carga de peces:**

Chequeo de Limpieza, Chequeo de máquinas, Llenado de estanque etc:

Otros:

**3.3) Describa detalladamente los procedimientos de carga de peces:**

Tipo de carga

Manual	<input type="text"/>
Redes	<input type="text"/>
Bombas de vacío	<input type="text"/>
Otro	<input type="text"/>
Cual	<input type="text"/>

Tiempo promedio de carga en horas:

Número y Kg. de peces por hora:

Existen procedimientos que regulen la carga de peces enfermos  
Si   
No

Están escritos estos procedimientos  
Si   
No

**3.4) Describa detalladamente los procedimientos de descarga de peces:**

Tipo de descarga:

Manual	<input type="text"/>
Redes	<input type="text"/>
Bombas de vacío	<input type="text"/>
Otro	<input type="text"/>
Cual	<input type="text"/>

Tiempo promedio de descarga en horas:

Número y Kg. de peces por hora:

Destino de los peces muertos en el viaje:

**3.5) Para cada tipo de operación realizada por el barco mencione:**

Procedimientos de limpieza de las superficies y maquinarias específicas, describiendo cronológicamente los pasos realizados (Limpieza de partículas groseras, Desengrasado, Enjuague etc) incluyendo los detergentes, desinfectantes, utensilios y tiempos utilizados.

**Estanques de Carga:**

Paso	Productos Utilizados	Utensilios Utilizados	Descripción
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Para Desinfectantes, Detergentes u Otro Producto Químico indicar: Marca o Principio Activo/ Dosis/ Tiempo Aplicación

**Superficie Nave:**

Paso	Productos Utilizados	Utensilios Utilizados	Descripción
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Para Desinfectantes, Detergentes u Otro Producto Químico indicar: Marca o Principio Activo/ Dosis/ Tiempo Aplicación

**Observaciones:**

**Maquinarias:**

Paso	Productos Utilizados	Utencilios Utilizados	Descripción
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

*Para Desinfectantes, Detergentes u Otro Producto Químico indicar: Marca o Principio Activo/ Dosis/ Tiempo Aplicación*

**Otra:**

Paso	Productos Utilizados	Utencilios Utilizados	Descripción
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

*Para Desinfectantes, Detergentes u Otro Producto Químico indicar: Marca o Principio Activo/ Dosis/ Tiempo Aplicación*

**Observaciones:**

## ANEXO 2

### Encuesta de identificación de peligros ambientales y sanitarios en el transporte de peces vivos en wellboat y estimación de su probabilidad de ocurrencia

#### 1) ANTECEDENTES GENERALES

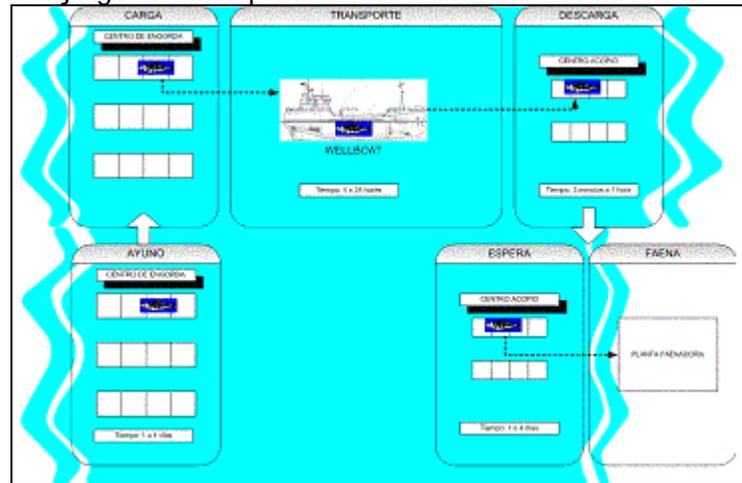
##### a) Cosecha de Salmónidos

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 maneras de cosechar y seleccionar los peces varían principalmente según sea la especie en cultivo, pero básicamente la cosecha consta de la extracción del pez, anestesiado, desangrado, almacenaje y transporte. Los métodos más usados para extraer el pez van desde la quecha o canastillo hasta las bombas de vacío, pasando por los sistemas "air-lift", que corresponde a un sistema bombeador de agua por inyección de aire a presión, los métodos de adormecimiento pueden ser y según la especie desde el básico golpe de palo en la cabeza, lonas de adormecimiento o tinas de anestesiado por inyección de CO<sub>2</sub>. El traslado de los peces es mayoritariamente en recipientes (bins) con hielo y como ha sido tendencia desde los últimos años, el traslado de los peces vivos en embarcaciones llamadas wellboat hasta las plantas de proceso.

Como lo indica la Figura N°1, 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.

Figura N°1  
Flujo general del proceso de cosecha viva con Wellboat



### b) Wellboat

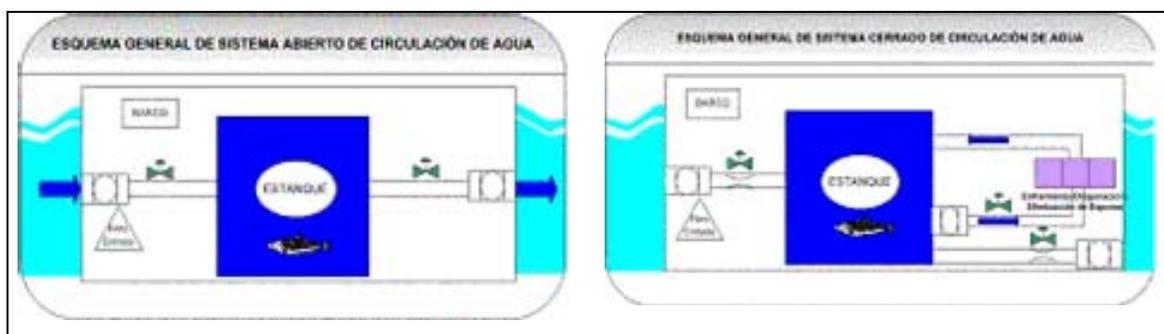
Actualmente los wellboat operativos en varios países, cuentan diferentes sistemas de carga y descarga de peces que varían desde poderosos montacargas para elevar mallas y redes hasta cargas por vacío o simple gravedad. En nuestro país los sistemas utilizados, de acuerdo al resultado de las encuestas realizadas a través de este Proyecto, la bomba de vacío y la presión positiva o negativa en los estanques o bodegas.

### c) Tipos Wellboat

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 3 a 4 veces en una hora.

Figura N°2  
Esquema de sistema abierto y cerrado de circulación de agua.



Cuadro N°1

Parámetros y valores promedios por tipo de wellboat

PARÁMETROS	ABIERTOS	CERRADOS
Circulación de agua de estanques durante el transporte de peces.	Si	No
Enfriamiento de agua en estanques	No	Si
Promedio Biomasa transportada (kg/m <sup>3</sup> )	111	350
Monitoreo de oxígeno, pH y temperatura durante el transporte.	Si	Si
Incorporación de oxígeno a los estanques	Si	Si
Recirculación de agua con tratamiento (eliminación de CO <sub>2</sub> y espuma)	Si	Si
Promedio Capacidad total de agua en estanques de transporte (m <sup>3</sup> )	500	300

### d) Viveros flotantes

Los viveros flotantes en nuestro país, corresponden a un lugar físico y con infraestructura necesaria para la recepción y acopio de peces vivos provenientes de diferentes centros de cultivo de salmónidos, con el objetivo de ser faenados. Por lo

general, la infraestructura incluye balsas-jaulas similares a las utilizadas en centros de cultivo. El vivero se ubica generalmente muy cercano a la planta de procesamiento, lo cual puede también significar incrementar los riesgos dependiendo el tiempo que los peces se encuentran en éstos y de las densidades de peces acopiadas.

Algunos elementos relevantes de la operación de los viveros se describen a continuación:

- Cada partida es recepcionada e inspeccionada en el vivero por un encargado con capacitación especializada denominado "fishmaster".
- Eventualmente, ante sospechas de la presencia de alguna enfermedad, personal del centro de acopio puede tomar y enviar muestras para diagnóstico en laboratorio.
- No se realizan manejos sanitarios en los peces.
- No se realizan manejos alimentarios durante el período que los peces permanecen en las jaulas de acopio.
- Desde las jaulas, los peces son succionados mediante una bomba de vacío y posteriormente conducidos a través de una tubería hasta la planta de faena.
- En el Cuadro N°2 se entrega un detalle del promedio, mínimo y máximo de permanencia de los peces en el centro de acopio.

Cuadro N°2

Tiempo de permanencia en jaulas entre la descarga y la recolección para faena	Promedio	Límite Superior	Límite Inferior
	1 día	7 días	Descarga directa desde el barco a la planta

- Las mortalidades se separan mediante una faena de buceo, la cual se repite según el periodo que estarán los peces en el vivero y de la condición de éstos.
- La limpieza de las instalaciones se realiza diariamente. Las redes de las jaulas son limpiadas en forma bimensual. Para realizar esta labor se utiliza solamente agua a presión y escobillones, no hay uso de detergentes ni agentes químicos.

## 2) CUESTIONARIO

### a) Cosecha viva con wellboat

**Pregunta 1:** ¿Cuáles son los peligros asociados al proceso de carga, transporte y descarga de peces utilizando cosecha tradicional (A), wellboat abierto (B) y wellboat cerrado (C) que pueda? Marque con el valor de la escala en el casillero correspondiente si estima que existe alguna probabilidad de que ocurra el evento en una de las etapas del proceso y el tipo de cosecha.

**ESCALA:** Para estimar la probabilidad de ocurrencia de un evento o peligro, por favor utilice la siguiente escala, indicando posteriormente en la matriz el valor (Rango: 0, 1, 2, 3 o 4) de la escala.

Valor	Categoría	Valores	Definición, el evento:
0	Despreciable	0% a 10%	Prácticamente no ocurre
1	Baja	11% a 39%	Es muy poco probable de ocurrir
2	Media	40% a 60%	Puede ocurrir con una probabilidad media
3	Alta	61% a 90%	Puede ocurrir con una probabilidad considerable
4	Extrema	91% a 100%	Es muy probable que ocurra

### Matriz de Respuestas

Peligros / Proceso y Tipo Cosecha	Carga			Transporte			Descarga		
	A*	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>1.- Sanitarios</b>									
1.1. Diseminación de agentes patógenos de salmónidos a otras zonas o centros de cultivo.									
a. Furunculosis									
b. IPN									
c. SRS									
d. BKD									
e. Cocáceas Gram positivas									
f. Anemia Infecciosa del Salmón									
g. Furunculosis atípica									
h. Otra: .....									
1.2. Diseminación de agentes patógenos de moluscos a otras zonas o centros de cultivo.									
<b>2. Ambientales</b>									
2.1. Contaminación por Materia Orgánica (detritus orgánico de los peces transportados)									
2.2. Contaminación por Fósforo									
2.3. Contaminación por Nitrógeno									
2.4. Liberación accidental de salmónidos al medio.									

2.5. Diseminación de agentes patógenos que pueden afectar la salud de las especies silvestres de peces.									
2.6. Diseminación de especies animales o vegetales que podrían constituir una posterior bioinvasión en ecosistemas marinos existentes en zonas de descarga.									
<b>3. Salud Pública</b>									
3.1. Transporte y diseminación de Marea Roja	0	0	1	0	0	1	0	0	1

\* En el caso de la cosecha tradicional, la etapa de carga involucra todo el proceso de anestesiado, desangrado y embalaje en bins que se realiza en los centros de engorda.

**Pregunta 1.2:** ¿Qué otros peligros asociados al proceso de carga, transporte y descarga de peces utilizando cosecha tradicional (A), wellboat abierto (B) y wellboat cerrado (C) podrían ocurrir eventualmente? Indicar con una breve descripción y colocar el valor (Rango) de la escala de probabilidades en la etapa o etapas del proceso donde podría ocurrir.

Peligros / Proceso y Tipo Cosecha	Carga			Transporte			Descarga		
	A *	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>1. Sanitarios</b>									
<b>2. Ambientales</b>									
<b>3. Salud Pública</b>									

\* En el caso de la cosecha tradicional, la etapa de carga involucra todo el proceso de anestesiado, desangrado y embalaje en bins que se realiza en los centros de engorda.

**b) Operación de viveros flotantes**

**Pregunta 2:** ¿Cuáles son los peligros asociados a la operación de viveros o centros de acopio? Marque con el valor de la escala en el casillero correspondiente si estima que existe alguna probabilidad de que ocurra el evento en una de las etapas.

Peligros / Proceso y Tipo Cosecha	Carga			Acopio			Descarga		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>1. Sanitarios</b>									
1.1. Diseminación de agentes patógenos de salmónidos a otras zonas o centros de cultivo.									
a. Furunculosis									
b. IPN									
c. SRS									
d. BKD									
e. Cocáceas Gram positivas									
f. Anemia Infecciosa del Salmón									
g. Furunculosis atípica									
h. Otra:.....									
1.2. Diseminación de agentes patógenos de moluscos a otras zonas o centros de cultivo.									
<b>2. Ambientales</b>									
Contaminación por Materia Orgánica (detritus orgánico de los peces transportados)									
Contaminación por Fósforo									
Contaminación por Nitrógeno									
Liberación accidental de salmónidos al medio.									
<b>3. Salud Pública</b>									
Diseminación de Marea Roja	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Pregunta 2.1:** ¿Qué otros peligros asociados al proceso de carga, transporte y descarga de peces utilizando cosecha tradicional (A), wellboat abierto (B) y wellboat cerrado (C) podrían ocurrir eventualmente? Indicar con una breve descripción y colocar el valor (Id) de la escala de probabilidades en la etapa o etapas del proceso donde podría ocurrir.

Peligros / Proceso y Tipo Cosecha	Carga			Acopio			Decarga		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>1. Sanitarios</b>									
<b>2. Ambientales</b>									
<b>3. Salud Pública</b>									

## ANEXO 3

### Encuesta de caracterización de viveros flotantes

#### CARACTERIZACIÓN VIVEROS

Empresa propietaria

Nombre del encuestado

Cargo

Nombre del vivero

Ubicación

Distancia hasta la planta de faena en kms.

Distancia al centro más cercano (no importa la empresa propietaria del centro) en kms.

Realiza recepción de peces para otras empresas Si  
No

Cuáles:

#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL VIVERO

##### 1.1 **Material de infraestructura:**

\_\_\_ Jaulas metálicas galvanizadas.

\_\_\_ Jaulas de polietileno de alta densidad.

\_\_\_ Otras:

##### 1.2 **Descripción de instalaciones:**

Tipo de jaulas:

\_\_\_ Jaulas cuadradas

\_\_\_ Jaulas circulares

\_\_\_ Jaulas poligonales

Número

Dimensión

Número y dimensiones de las jaulas:

Número

Dimensión

Capacidad de las jaulas en kilos:

Capacidad Por Jaula

Capacidad Total del Vivero

Densidad en kgs. de peces por m3:

Límite superior Límite Inferior Promedio



**ANEXO 4**

**Manual de Buenas Practicas Operacionales para las embarcaciones de  
transporte de peces vivos**



**MANUAL DE  
BUENAS PRÁCTICAS  
OPERACIONALES DE BARCOS DE  
TRANSPORTE DE PECES VIVOS**

Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

**2004**

Este Manual es parte del Proyecto FIP N° 2002- 23 "ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA OPERACIÓN DE VIVEROS FLOTANTES Y BARCOS DE  
TRANSPORTE DE PECES VIVOS DE SALMÓNIDOS"

## INDICE

PROLOGO .....	182
I. INTRODUCCION .....	182
II. CAMPO DE APLICACIÓN .....	182
III. TERMINOS Y DEFINICIONES .....	182
IV. LEGISLACION VIGENTE .....	184
V. INFRAESTRUCTURA.....	186
1. Tipos de Embarcaciones.....	186
2. Condiciones Generales de las Embarcaciones.....	186
VI. BIOSEGURIDAD .....	187
Introducción .....	187
1. Sanidad de los Peces .....	187
2. Limpieza y desinfección de estanques y sistema de circulación.....	188
3. Control de plagas.....	189
VII. OPERACIONES .....	189
Introducción .....	189
1. Generalidades .....	189
2. Manejo de Carga y descarga de los peces.....	190
3. Transporte .....	190
4. Manejo de la descarga.....	190

VIII. CONDICIONES DE TRABAJO Y DE LOS TRABAJADORES .....	191
Introducción .....	191
1. Entrenamiento del personal .....	191
2. Seguridad y Bienestar del personal.....	191
3. Bioseguridad de los operarios .....	192
IX. MANEJO MEDIOAMBIENTAL.....	192
Introducción .....	192
1. Plan de contingencia.....	193
2. Manejo y Disposición de Residuos.....	193
3. Otros Peligros Químicos .....	193
4. Biodiversidad.....	193
5. Impacto territorial.....	194
6. Bienestar de los peces .....	194
XI. REFERENCIAS.....	194

## PROLOGO

Las exigencias que los consumidores imponen a la producción de alimento, y que consecuentemente condicionan su éxito, son más diversas y complejas cada día; de una etapa inicial donde la exigencia se centraba en el tema de la inocuidad alimentaria, hemos transitado a exigencias que dicen además, con la sanidad animal, la protección de los trabajadores, la protección del ambiente.

Esto ha llevado a los estados, en conjunto con los productores, a preocuparse de establecer instrumentos que aseguren el cumplimiento de dichas exigencias, y de promover su aplicación por parte de los productores.

## I. INTRODUCCION

El objetivo de este documento es definir las especificaciones técnicas mínimas que deben ser consideradas en la elaboración de un programa de Buenas Practicas Operacionales (BPO).

Se entiende por buenas prácticas en nuestro caso, a todas las acciones involucradas en la producción primaria y transporte de productos alimenticios de origen acuícola, orientado a asegurar la inocuidad de los alimentos, sanidad animal y la protección del ambiente y de las personas que trabajan en una determinada actividad económica.

Las especificaciones técnicas implican la identificación del conjunto de criterios y estándares técnicos mínimos requeridos para instalar un programa de BPO, reconocido por la comunidad nacional. Los criterios dicen relación con cuatro grandes ámbitos; protección del producto, del ambiente y de las personas.

## II. CAMPO DE APLICACIÓN

El campo de aplicación de las especificaciones técnicas presentadas en este documento, se relaciona con el transporte de salmones vivos desde la jaulas de engorda a los centros de proceso a través de barcos de transporte de peces. Las especificaciones técnicas se han realizado considerando que sean aplicables a distintas realidades productivas de las zonas de producción de salmones, ya sea en relación con las condiciones climáticas y geográficas. Además se considerarán las diferencias entre los diferentes tipos de embarcaciones de transporte de salmones.

Cabe destacar dos aspectos importantes respecto de este Manual. Primero el carácter dinámico, que lo hace factible de incorporar nuevos tópicos de acuerdo al avance científico – tecnológico y segundo que su aplicación estará sujeta a la voluntariedad del productor.

## III. TERMINOS Y DEFINICIONES

**Barco de transporte de peces vivos o *wellboat*:** Embarcación diseñada o acondicionada para transportar peces vivos en cualquier estado de desarrollo.

**Bioseguridad:** Conjunto de prácticas de manejo orientadas a prevenir el contacto de los peces con microorganismos patógenos.

**BPO:** Buenas Prácticas Operacionales.

**Certificado de Salud:** documento emitido por el médico veterinario de un centro de cultivo por medio del cual se acredita la condición sanitaria de un lote de peces.

**Circulación de agua:** Acción de ingresar agua desde una fuente natural (río, lago, mar) a los estanques que contienen los peces vivos y cuyo rebalse regresa nuevamente a la fuente natural. Se definirá como Circulación, cuando la tasa de recambio sea igual o superior a dos cambios /hora y se realice en forma continua durante el transporte.

**Declaración de Garantía:** documento emitido por el centro de cultivo a través del cual se acredita que la materia prima destinada a proceso no contiene residuos de productos farmacéuticos.

**Desinfección:** Procedimientos destinados a eliminar, destruir, inactivar o disminuir los agentes infecciosos o parasitarios responsables de enfermedades de los animales acuáticos.

**Desinfectantes:** Designa las sustancias químicas o procedimientos físicos capaces de destruir los microorganismos patógenos o evitar su desarrollo o crecimiento en diversas estructuras, superficies y organismos vivos.

**Detergente:** Sustancia que limpia un objeto sin corroerlo. Ayuda a la remoción de partículas reduciendo el tiempo de limpieza y el consumo de agua.

**Disposición final:** Actividad mediante la cual los residuos se depositan o destruyen en forma definitiva.

**Excretas:** Material sólido y líquido producido por el metabolismo de los peces en producción y en el transporte.

**Fármaco:** Todas las drogas veterinarias, aprobadas oficialmente, empleadas en producción de peces con la finalidad del tratamiento o prevención de enfermedades.

**Limpieza:** Remoción mecánica de todo resto de material orgánico particulado, materia grasa y en general, de cualquier material objetable adherido a una superficie de equipos, implementos e infraestructura, para lo cual se usa agua y detergentes.

**Manejo:** Considera todas aquellas prácticas que promueven la productividad, bienestar general y salud de los salmones. Inclúyase el manejo de subproductos y residuos.

**Monitoreo:** Secuencia planificada de observaciones o mediciones relacionadas con el cumplimiento de una buena práctica en particular.

**Pediluvio:** depósito que contiene una solución desinfectante que permite sanitizar el calzado de las personas. También puede cumplir esta función un material esponjoso embebido en suficiente solución desinfectante.

**Peligro:** Un agente biológico, químico o físico que pueda comprometer la inocuidad alimentaría y/o la salud de los peces.

**Producción Primaria:** Fase de la cadena alimentaría hasta alcanzar, por ejemplo, la cosecha.

**PSE:** Programa Sanitario Específico, dependiente de Sernapesca.

**PSG:** Programa Sanitario General, dependiente de Sernapesca.

**Registro:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

**Recirculación de agua:** Acción de hacer ingresar y salir agua de los estanques, sin incorporar agua desde un medio natural y sin eliminar agua al medio.

**Renovación de agua:** Acción de ingresar agua desde una fuente natural (río, lago, laguna, vertiente, mar) a los estanques que contienen los peces vivos y cuyo rebalse regresa nuevamente a la fuente natural. Se definirá como Renovación, cuando la tasa de recambio sea inferior a dos cambios /hora y esta se realice en forma intermitente durante el transporte

**Sanitización:** Reducción de la carga microbiana que contiene un objeto o sustancia a niveles seguros para la población.

**SERNAPESCA:** Servicio Nacional de Pesca.

**Servicio:** Servicio Nacional de Pesca

**SNSS:** Sistema Nacional de Servicios de Salud.

**Visitas:** Se consideran visitas a todas aquellas personas que no efectúan labores en o para los centros productivos.

#### **IV. LEGISLACION VIGENTE**

1. Los siguientes son los reglamentos vigentes aplicables al transporte de especies hidrobiológicas vivas, así como a las operaciones relacionadas a este.

**1.1 D.S. N° 319, de 24 de Agosto de 2001.** Aprueba "Reglamento sobre las medidas de protección, control y erradicación de las enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas". Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Los principales aspectos de este Reglamentos son:

- El objetivo central de este reglamento es evitar la introducción de enfermedades de alto riesgo que afectan a las especies hidrobiológicas, aislar su presencia en caso de que éstas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación.

- El campo de acción incluye actividades de cultivo, transporte, repoblamiento y transformación de especies hidrobiológicas.

- La normativa establece la elaboración de Programas Sanitarios Generales (PSG), los que comprenden aspectos de limpieza y desinfección; procedimientos de transporte; procedimientos de cosecha; manejo de enfermedades; manejo de mortalidades y sistemas de registro de datos, entre otros.

- En el título X, se especifican las condiciones aplicables al transporte de especies hidrobiológicas, tanto vivas como muertas. Estas incluyen contenidos relativos a la duración del transporte, condiciones del transporte, aspectos de limpieza y desinfección de embarcaciones y equipos, identificación de la carga y aspectos referentes a registros y documentación.

- Además, el reglamento establece el desarrollo de Programas Sanitarios Específicos (PSE) los que están referidos a la vigilancia, control o erradicación de cada una de las enfermedades de

alto riesgo de las especies hidrobiológicas, cuyas directrices incorporan los mismos aspectos que los PSG, pero orientados de manera específica a cada enfermedad.

**1.2. Resolución exenta 72, de 24 de Enero de 2003**, que aprueba el “Programa sanitario general de limpieza y desinfección aplicable a la producción de peces (PSGL)”. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Los principales aspectos de esta Resolución son:

- El presente programa tiene por objeto establecer las condiciones de organización y aplicación de procedimientos de limpieza y desinfección en centros de cultivo de peces y en los medios de transporte que se mueven entre y hacia los centros, ya sea para el retiro y/o entrega de peces, cosechas, mortalidades e insumos.

- La base del programa está en la elaboración y ejecución de un Manual de Higiene y Desinfección el cual consigna la limpieza y desinfección de todos los equipos y elementos de un centro de cultivo, además de las personas que trabajan en él, su indumentaria y los vehículos y embarcaciones destinados al transporte de peces vivos y muertos.

- Del mismo modo, el Manual debe describir los productos detergentes y desinfectantes a usar, los procedimientos, los principios activos, concentraciones y frecuencias de uso. Además, debe consignarse el procedimiento de monitoreo de los procesos, incorporar acciones correctivas y contar con un registro de los monitoreo efectuados.

- Se especifica claramente que todos los medios de transporte de peces vivos, mortalidades y cosechas deberán ser lavados y desinfectados previo y posteriormente a su uso.

**1.3. Resolución exenta 64, de 24 de Enero de 2003**, que aprueba el “Programa sanitario general de procedimientos de transporte (PSGT)”. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Los principales aspectos de esta Resolución son:

- El presente programa tiene por objeto establecer los requisitos y procedimientos sanitarios aplicables al transporte, tendientes a prevenir la diseminación de agentes patógenos. Sus contenidos serán aplicables al transporte aéreo, marítimo o terrestre de peces salmonídeos vivos, sus huevos y gametos, entre otros ítems.

- Se establece que las empresas de transporte y de cultivo deben mantener un **sistema de registro de los transportes** realizados, indicando la identificación de la carga, origen, destino y procedimientos aplicados. Del mismo modo los medios de transporte deben contar con **certificación de la desinfección y limpieza previa al transporte**. Estos procedimientos deben realizarse en conformidad con lo establecido por el PSGL.

- El programa especifica que para el transporte de peces vivos estos deben estar **sanos**, lo cual es avalado por un **certificado de salud o en su defecto por la declaración de Garantía**. Además, los peces deben ser sometidos a ayuno previo.

- Se especifican también las **restricciones de movimiento** en caso de la aplicación de Programas Sanitarios Específicos y las salvedades existentes para transportar peces enfermos. De todos modos se clarifica que en caso de una zonificación el transporte de peces vivos sólo podrá realizarse desde una zona de condición sanitaria equivalente o superior, previa autorización del Servicio.

- Se establecen además, las condiciones que se deben aplicar durante el transporte conducentes a proteger la vida y mantener el estado sanitario de la carga, como la que establece que los vehículos o contenedores se limpiarán y desinfectarán antes y después de ser utilizados con procedimientos, productos y dosis que acrediten eficacia para la eliminación de patógenos.

## **V. INFRAESTRUCTURA**

### **1. Tipos de Embarcaciones**

Según el circuito de circulación de agua, existen dos tipos de embarcaciones de transporte de peces, los de circuito cerrado y de circuito abierto. Durante el transporte de salmones con el sistema de circuito cerrado, el agua (vehículo) a través de la cual los salmones son introducidos a las embarcaciones no es intercambiada y por consiguiente es reciclada a través de un circuito cerrado. Es en el destino final cuando los salmones son transferidos a las jaulas del centro receptor que ocurre el impacto por carga orgánica.

En cambio, las embarcaciones con circuito abierto, intercambian agua durante toda la travesía y el impacto neto en el centro receptor debe ser significativamente menor que el de circuito cerrado. Sin embargo, durante el trayecto se producen impactos de carga orgánica y dispersión de patógenos, parásitos y eventualmente estados de resistencia de algas nocivas.

### **2. Condiciones Generales de las Embarcaciones**

2.1. Las embarcaciones que se destinen al transporte de peces vivos, así como las operaciones que ellas se realicen, deben acogerse a las siguientes leyes y reglamentos aplicables a las naves mercantes nacionales:

- Ley de navegación D.L. N° 2.222 de 21.Mayo.1978
- Ley de Fomento a la Marina Mercante DL. N° 3.059 de 21.Dic.1979.
- Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática D.S. (M) N° 1 de 6.Ene.1992.
- Reglamento de Trabajo a Bordo en Naves de la Marina Mercante Nacional. D.S. (T. y P.S.) N° 26, de 23 de Febrero de 1987.
- Recomendaciones sobre la utilización sin riesgos de Plaguicidas en los buques. D.O. N° 34.249, de 23 de Abril de 1992.

### **3. Condiciones de los equipos e instalaciones**

#### **3.1. Estanques, tuberías y bombas**

3.1.1. Los estanques y tuberías deben estar hechos con materiales inertes resistentes a la corrosión, con superficies lisas fáciles de limpiar y desinfectar.

3.1.2. Para los sistemas abiertos se debe asegurar un recambio mínimo de 2 cambios/hora del 100 % del volumen del estanque de traslado.

3.1.3. El diseño de los estanques y tuberías debe evitar la presencia de espacios muertos en los que la tasa de recambio sea menor que en el resto del estanque.

3.1.4. Los estanques deben estar diseñados para mantenerse cerrados durante el transporte y así evitar el contacto entre la carga y el medio aéreo.

3.1.5. Cada estanque debe poseer un fácil acceso a su interior.

3.1.6. Todos los elementos del sistema deben ser accesibles para la limpieza y desinfección.

### **3.2. Sistemas**

3.2.1. Las embarcaciones que funcionen como sistemas cerrados deben poseer un sistema de recirculación y tratamiento de agua con el objeto de eliminar el CO<sub>2</sub> y la espuma del medio. Además, deben contar con un sistema de oxigenación.

3.2.2. Las embarcaciones que funcionen como sistemas abiertos deben contar con un sistema de oxigenación del agua.

3.2.3. Tanto las embarcaciones con sistemas abiertos como las con sistemas cerrados deben tener un sistema adecuado de monitoreo del agua de transporte. A lo menos debieran medirse el O<sub>2</sub> disuelto, el pH y temperatura.

### **3.3. Otros elementos**

3.3.1. Se deben implementar pediluvios de acceso a la embarcación.

## **VI. BIOSEGURIDAD**

### **Introducción**

A través de las siguientes acciones se deberá minimizar el riesgo sanitario de los peces producto de la operación de las "embarcaciones de transporte de peces vivos" así como de las actividades asociadas a esta operación.

Es reconocido que el riesgo asociado al uso de estas embarcaciones se relaciona con la contaminación de los peces más allá de la que pueda llevar la "embarcación de transporte de peces vivos". Los riesgos más difíciles de controlar, por lo tanto corresponden a remover y limpiar los restos biológicos desde las superficies de las embarcaciones que han estado en contacto con los peces.

### **1. Sanidad de los Peces**

Para el adecuado control de los peligros potenciales que involucra el transporte de peces en la diseminación de enfermedades se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

1.1. Debe establecerse un manejo adecuado del transporte entre diferentes áreas de restricción, fundamentalmente basado en un análisis del riesgo epidemiológico, además de otros como lo son:

- La alimentación
- El manejo sanitario
- La edad de los peces.

El mismo procedimiento se debe hacer para los movimientos dentro de estas áreas.

1.2. Para disminuir los riesgos sanitario de los peces se debe considerar un protocolo de Limpieza y desinfección de los las embarcaciones y sus componentes. Este punto se desarrolla en el punto 2.

1.3. Existen otros riesgos asociados a otros equipos, por lo tanto debe minimizarse el movimiento de embarcaciones ajenas a la operación normal de los centros, como lo pueden ser embarcaciones turísticas o de pesca artesanal.

1.4. Los equipos de buceo constituyen también un riesgo potencia para la transmisión de enfermedades de los peces, por lo tanto deberán tomarse la precauciones para eliminar los restos de material biológico de los trajes, sanitizar los trajes y los equipos con un desinfectante adecuado.

## **2. Limpieza y desinfección de estanques y sistema de circulación**

2.1. Estanques, tuberías, bombas y rejillas deben ser lavados y desinfectados cada vez después de ser utilizados.

2.2. Los procedimientos, productos y dosis a usar en la limpieza y desinfección, deben acreditar su eficacia para la eliminación de agentes patógenos tales como virus, bacterias y hongos, así como también para destruir o inactivar las formas vegetativas y latentes de fitoplancton potencialmente nocivo para la salud pública y la de los peces.

2.3. El proceso de limpieza debería considerar la remoción mecánica de restos de material orgánico o algún otro elemento objetable. Para limpiar se deben usar agua caliente y detergentes.

2.4. Para la desinfección se deben consignar los productos y procedimientos que se utilizarán, teniendo en consideración la eficacia de los productos, recomendaciones del fabricante y cualquier antecedente que sea relevante para discriminar sobre el tipo y nivel de contaminación que las superficies pueden llegar a tener.

2.5. El Protocolo debe considerar también un procedimiento de monitoreo de los las labores de limpieza y desinfección con el objeto de comprobar la eficacia y eficiencia de las acciones.

2.6. Deben estar estipuladas también las acciones correctivas que deban aplicarse en el caso que con motivo de un monitoreo u otra circunstancia, se constate una discrepancia entre los procedimientos o resultados visualizados y los previstos.

2.7. Luego de cada proceso de limpieza y desinfección se debe extender un certificado que acredite su desinfección previa al transporte, el que será emitido por el responsable técnico de la aplicación de estos procedimientos. En el caso de medios de transporte que cuenten con sistemas automáticos de desinfección, estos procedimientos deberán estar respaldados por los registros correspondientes, no siendo necesaria la emisión del certificado.

2.8. En la medida de lo posible el procedimiento de limpieza y desinfección debe ser realizado en el lugar de origen.

2.9. En el caso de no poder realizarse lo indicado en el punto 2.8., se recomienda el uso de de ozono como una medida de desinfección.

### 3. Control de plagas

- 3.1. Se deben registrar los productos a utilizar y su forma de aplicación; un mapa de la ubicación de los cebos empleados, y un reporte periódico para verificar la efectividad del procedimiento empleado.
- 3.2. Toda embarcación debe contar con un programa de control de plagas y roedores, de acuerdo al nivel de riesgo que presente, junto con un sistema de registro que avale su funcionamiento.
- 3.3. La aplicación del programa de control de plagas y roedores se debe ajustar a la legislación chilena vigente, y considerar las recomendaciones del fabricante.
- 3.4. Las basuras y desperdicios deben contar con un lugar especial para su almacenamiento y tratamiento, lo más lejano de las instalaciones y vectores posibles.
- 3.5. Se debe contar con instrucciones escritas para la disposición de desechos y peces muertos.

## VII. OPERACIONES

### Introducción

Para la operación de las embarcaciones que transportan peces vivos se deberán establecer procedimientos escritos y verificables que permitan ejecutar las actividades rutinarias de manera segura.

#### 1. Generalidades

- 1.1. Las embarcaciones destinadas al transporte de peces vivos no podrán ser utilizadas para otros fines.
- 1.2. El transporte de las especies desde el lugar de origen hasta su destino final debe efectuarse en el menor tiempo posible.
- 1.3. Las restricciones de movimiento deberán ser planteadas en forma diferenciada, según el tipo de riesgo y el impacto de la enfermedad actuante.
- 1.4. En caso que se hubiera establecido una zonificación, el transporte de peces sólo podrá realizarse desde una zona de condición sanitaria equivalente o superior, previa autorización emitida por el Servicio de acuerdo a los procedimientos y condiciones descritos en los PSE correspondientes.
- 1.5. No se permitirá el transporte de peces vivos desde o hacia zonas que presenten floraciones de algas nocivas (FAN). Además, no se recomienda la navegación de *embarcaciones de transporte de peces vivos* con sistema abierto a través de estas zonas.
- 1.6. Las empresas de transporte y de cultivo deberán mantener un sistema de registros de todos los transportes realizados, en el que se indique al menos la identificación de los peces, origen, destino y procedimientos que se hubiesen aplicado en cada uno de ellos.
- 1.7. Durante el trayecto sin peces el barco puede operar vacío o cargado con agua como sistema cerrado o con los accesos y egresos de agua a los estanques cerrados.

## 2. Manejo de Carga y descarga de los peces

- 2.1. El transporte de peces vivos debe realizarse con individuos sanos, lo que será avalado por un certificado de salud emitido por el médico veterinario responsable del centro de cultivo de origen.
- 2.2. Se exigirá además la Declaración de Garantía, con el cual se verificará la emisión del certificado de salud correspondiente.
- 2.3. No se podrán transportar peces muertos o moribundos.
- 2.4. Los peces a transportar deberán ser sometidos a ayuno previo.
- 2.5. Las empresas de transporte y de cultivo deberán mantener sistemas de registros de todos los transportes realizados, identificando cada lote de peces, origen, destino y procedimientos aplicados.
- 2.6. El centro de cultivo deberá exigir el certificado o los registros que acrediten la desinfección de la embarcación previa al transporte. **VER COMENTARIO EN PUNTO 2**

## 3. Transporte

- 3.1. En caso que se hubiera establecido una zonificación, la trayectoria de la embarcación debe evitar zonas infectadas o de vigilancia.
- 3.2. Del mismo modo se debe evitar el paso por zonas confirmadas con presencia de floraciones de algas nocivas (FAN).
- 3.3. Se debe evitar el paso por aguas contaminadas sea cual sea el origen de ésta.
- 3.4. En caso de no poder modificar la ruta ante las situaciones antes referidas, la embarcación deberá funcionar con sistema cerrado o cerrar los accesos y egresos de agua a los estanques.
- 3.5. No se debe alimentar a los peces durante el traslado.
- 3.6. Se debe llevar a cabo un monitoreo y registro de las condiciones del agua de transporte. A lo menos se debiera medir el O<sub>2</sub> disuelto, el pH y la temperatura.
- 3.7. La densidad para el transporte debe garantizar la seguridad y bienestar de los peces.

## 4. Manejo de la descarga

- 4.1. El centro de acopio o la planta deben exigir el Certificado de Salud y los datos del lote al transportista.
- 4.2. Se debe evitar el contacto directo entre los peces y el personal tanto del centro como de la embarcación.
- 4.3. Todo ejemplar que se halle muerto a la llegada debe ser sujeto de análisis y una necropsia, con el objeto de determinar la causa de muerte. Si esto no fuera posible se deberá emitir un informe veterinario de la probable causa.

## VIII. CONDICIONES DE TRABAJO Y DE LOS TRABAJADORES

### Introducción

Todas las empresas deben procurar todas las facilidades para que se establezca una adecuada higiene personal.

De manera anexa a las recomendaciones que se entregan a continuación, se deben considerar los reglamentos establecidos en el Código del Trabajo (DFL 1/1994), en el Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (Dto. 201/2001 del Ministerio de salud) y en el Código Sanitario (DFL 725/1968).

#### 1. Entrenamiento del personal

1.1. Todos los trabajadores, deben recibir entrenamiento con relación a higiene personal. El entrenamiento debe considerar las normas de higiene personal, ropa y equipo de trabajo. Se sugiere que el personal cuente con ropa apropiada para su trabajo (overol y botas), la que debe mantenerse en adecuadas condiciones de limpieza, además de contar con las adecuadas construcciones para ello, como baños, áreas de descanso, etc.

1.2. Cada trabajador debe estar capacitado y entrenado en la labor específica que realiza en la embarcación, y conocer los manejos de los peces.

1.3. Las personas que manejen drogas veterinarias, desinfectantes y/o que operen algún equipamiento complejo, deben recibir la adecuada capacitación para el manejo de estos elementos.

1.4. Las normas de manejo entregadas en las actividades de capacitación, deben ser proporcionadas por escrito.

1.5. Deben mantenerse registros de las acciones de capacitación a las que han estado sujetos los trabajadores en la empresa propietaria de las embarcaciones.

1.6. Si las personas son cambiadas de una función a otra, deben ser apropiadamente entrenadas en su nueva función.

1.7. Los trabajadores deberían conocer las buenas prácticas de manejo, y su importancia en mantener la seguridad de los alimentos, el medio ambiente y el bienestar animal.

#### 2. Seguridad y Bienestar del personal

2.1. Se deben cumplir con las exigencias legales en relación a la seguridad ocupacional.

2.2. Deben evaluarse los riesgos potenciales de las embarcaciones de transporte de peces vivos, para desarrollar un plan de acción que promuevan condiciones de trabajo seguro y saludable.

2.3. Se debe contar con un botiquín de primeros auxilios en la embarcación, que esté ubicado en un lugar conocido por todo el personal. Al menos un trabajador debe estar capacitado en brindar primeros auxilios en caso que sea necesario.

2.4. El personal debe contar con todos los implementos necesarios para su protección personal (ropa, botas, antiparras, gorros, guantes, mangas, etc.) para aquellos manejos en que se utilicen sustancias potencialmente peligrosas, o que de alguna manera representen un riesgo para el trabajador.

2.5. La señalética y documentación existentes respecto a la seguridad de los trabajadores debe ser de fácil entendimiento.

2.6. La embarcación debe contar con instrucciones precisas para enfrentar riesgos de incendios, u otros. Los equipos para enfrentar estos riesgos deben ser mantenidos en forma adecuada.

### **3. Bioseguridad de los operarios**

3.1. Todos los trabajadores estén familiarizados y entienden los procesos de bioseguridad que son establecidos en el wellboat. Se espera que todos los trabajadores entiendan la importancia de la higiene en la salud de los peces.

3.2. El personal que labora en las embarcaciones de transporte de peces vivos debe evitar el contacto con otras embarcaciones de transporte de peces vivos.

3.3. Debe evitarse el ingreso de personas ajenas a la embarcación de transporte de peces vivos. Si ingresa una persona ajena, debe cumplir con las mismas medidas de bioseguridad para evitar las fuentes de contaminación externa.

3.4. Cada trabajador del barco de transporte de peces, debería ser instruido en la rutina de limpieza y la mantención de la embarcación.

3.5. Todos los operarios del barco de transporte de peces deberían ser instruidos en el control de la contaminación que pueden causar la normal operaciones de los wellboat, sobre el aire, suelo, el agua, en los alimentos, por efecto de los seres humanos, de los productos veterinarios, otros elementos usados en las unidades de producción. Esto es especialmente importante para aquellos en que el proceso productivo involucre control de puntos críticos.

## **IX. MANEJO MEDIOAMBIENTAL**

### **Introducción**

1.1. Para asegurar el cumplimiento de los aspectos medioambientales de las Embarcaciones de transporte de peces vivos, se deben considerar las siguientes disposiciones legales:

- Ley de Bases Generales para el Medio Ambiente (Ley 19.300)
- Decreto Supremo N° 320/01
- Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)

1.2. Se deben considerar las normas referentes a disposición de desechos sólidos y al manejo de otras emisiones:

1.2.1. Desechos Sólidos: Ley 725/1967, DS 553/1990, DFL 1122/1981, Res. 7.539/1976, Res.5.081/1993, Ley 3.133/1916, Res. 3276/1977 del Ministerio de Salud, DS 351/1923, DFL 1/1989, DS 144/1961, Res. 7.077/1976, DL 3.557/1980.

1.2.2. Aguas residuales: Ley 3.133/1916, DS 351/1993, DFL 725/1967, DFL 1/1990, DS 609/1998, NCh 1.333/Of. 1987, Norma técnica provisoria/92 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, DS 1.172/1997, DL 3.557/1980.

1.2.3. Emisiones atmosféricas: DFL 725/1967, DS 144/1961, DS 4/1992, DS 1.905/1993, DS 1583/1993, Res. 1.215/1978 y Res. 15.027/1994.

1.2.4. Emisión de ruidos: DFL 725/1967, DS 286/1984, DS 146/1997.

1.2.5 También se deben considerar las disposiciones de la Ley de Caza 19.473/2002 y el D.S. 5/2002.

### **1. Plan de Contingencia**

En cada embarcación deberá existir un plan de contingencia, que describa en orden cronológico las acciones a desarrollar en caso de ocurrir circunstancias susceptibles de constituir riesgo de daño o que causen daño ambiental. Dicho plan deberá considerar, a lo menos, los casos de mortalidades masivas y escapes.

### **2. Manejo y Disposición de Residuos**

2.1. Se debe establecer un procedimiento escrito que considere el manejo de los residuos generados. Aspectos tales como su identificación, segregación, acopio transitorio, traslados y procesos relacionados deben ser incluidos.

2.2. En el procedimiento generado se debe incluir:

- Destrucción y eliminación de envases vacíos de productos de uso veterinario y de los remanentes de éstos luego de su uso
- Manejo y eliminación de envases que han contenido productos biológicos y no biológicos
- Manejo y eliminación de material cortopunzante
- Manejo y eliminación del material plástico contaminado microbiológicamente
- Manejo y disposición final de los peces muertos
- Manejo y disposición de la maquinaria vieja en desuso, baterías usadas, desechos de aceite y derivados del petróleo

2.3. La disposición final de estos residuos debe realizarse en lugares autorizados por la autoridad competente.

### **3. Otros Peligros Químicos**

Para el manejo medio ambiental de una embarcación, se deben considerar también, la posibilidad de contaminación con productos químicos externos a la embarcación.

3.1. En el caso de sospechar de una posible contaminación química, se les debe analizar y mantener aislado, hasta que la autoridad competente determine su destino.

3.2. Se debe evitar el uso de elementos en la embarcación que contengan productos químicos potencialmente dañinos para los peces o el medio ambiente.

### **4. Biodiversidad**

4.1. Se debe considerar, en la operación de los wellboat, el potencial peligro de destrucción y la perturbación de la flora y fauna nativa en protección, considerando la legislación vigente al respecto.

## 5. Impacto territorial

5.1. Se debe proteger el patrimonio cultural y natural de las zonas de influencia de las actividades productivas, considerando la legislación vigente.

## 6. Bienestar de los peces

Al igual que en todas las especies animales, hoy se comienza considerar el bienestar de los peces en todos sus pasos productivos. En este sentido deberán reconocerse los estándares que la OIE, a través del código sanitario para peces establezca.

## XI. REFERENCIAS

1. DS 320/01, Reglamento Ambiental para la Acuicultura. Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
2. D.S. N° 319, de 24 de Agosto de 2001. Aprueba "Reglamento sobre las medidas de protección, control y erradicación de las enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas". Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
3. Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas, Ministerio de Agricultura de Chile. 2002, "Buenas Prácticas Agrícolas, Especificaciones Técnicas"[En línea].
4. Resolución exenta 64, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa sanitario general de procedimientos de transporte (PSGT)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
5. Resolución exenta 67, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa Sanitario General de Manejo de Enfermedades (PSGE)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
6. Resolución exenta 72, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa sanitario general de limpieza y desinfección aplicable a la producción de peces (PSGL)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
7. Joint Government/Industry Working Group (JWG) on Infectious Salmon Anaemia1 (ISA) A CODE OF PRACTICE TO AVOID AND MINIMISE THE IMPACT OF INFECTIOUS SALMON ANAEMIA (ISA) January 2000.

**ANEXO 5**

**Manuales de Buenas Prácticas Operacionales para viveros flotantes**



**MANUAL DE  
BUENAS PRÁCTICAS  
OPERACIONALES EN VIVEROS  
FLOTANTES**

Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

Este Manual es parte del Proyecto FIP N° 2002- 23 "ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA OPERACIÓN DE VIVEROS FLOTANTES Y BARCOS DE TRANSPORTE DE PECES VIVOS DE SALMÓNIDOS"

## INDICE

PROLOGO .....	198
I. INTRODUCCION .....	198
II. CAMPO DE APLICACIÓN .....	198
III. TERMINOS Y DEFINICIONES .....	199
IV. LEGISLACION VIGENTE .....	200
V. INFRAESTRUCTURA.....	201
Introducción .....	201
1. Condiciones Generales de la Infraestructura.....	202
2. Condiciones de los Equipos y las Infraestructuras.....	202
VI. BIOSEGURIDAD .....	202
Introducción .....	202
1. Sanidad de los Peces .....	202
2. Limpieza y desinfección de la infraestructura.....	202
3. Control de plagas.....	203
VII. OPERACIONES .....	204
Introducción .....	204
1. Generalidades .....	204
2. Manejo de la carga y descarga de los peces.....	204
VIII. CONDICIONES DE TRABAJO Y DE LOS TRABAJADORES .....	205

Introducción .....	205
1. Entrenamiento del personal .....	205
2. Seguridad y Bienestar .....	205
3. Bioseguridad.....	206
<b>IX. MANEJO MEDIOAMBIENTAL.....</b>	<b>206</b>
Introducción .....	206
1. Plan de contingencia.....	207
2. Manejo y Disposición de Residuos.....	207
3. Otros Peligros Químicos .....	207
4. Biodiversidad.....	207
5. Impacto territorial.....	207
6. Bienestar de los peces .....	207
<b>XI. REFERENCIAS.....</b>	<b>208</b>

## **PROLOGO**

Las exigencias que los consumidores imponen a la producción de alimento, y que consecuentemente condicionan su éxito, son más diversas y complejas cada día; de una etapa inicial donde la exigencia se centraba en el tema de la inocuidad alimentaria, hemos transitado a exigencias que dicen además, con la sanidad animal, la protección de los trabajadores, la protección del ambiente.

Esto ha llevado a los organismos regulatorios, en conjunto con los productores, a preocuparse de establecer instrumentos que aseguren el cumplimiento de dichas exigencias, y de promover su aplicación por parte de los productores.

## **I. INTRODUCCION**

El objetivo de este documento es definir las especificaciones técnicas mínimas que deben ser consideradas en la elaboración de un programa de Buenas Practicas Operacionales (BPO).

Se entiende por buenas prácticas en nuestro caso, a todas las acciones involucradas en la producción primaria y transporte de productos alimenticios de origen acuícola, orientado a asegurar la inocuidad de los alimentos, sanidad animal y la protección del ambiente y de las personas que trabajan en la explotación.

Las especificaciones técnicas implican la identificación del conjunto de criterios y estándares técnicos mínimos requeridos para instalar un programa de BPO, reconocido por la comunidad nacional. Los criterios dicen relación con tres grandes ámbitos; protección del producto, del ambiente y de las personas.

## **II. CAMPO DE APLICACIÓN**

El campo de aplicación de las especificaciones técnicas presentadas en este documento, se relaciona con la operación de los viveros flotantes de salmones. Las especificaciones técnicas se han realizado considerando que sean aplicables a distintas realidades productivas de las zonas de producción de salmones, ya sea en relación con las condiciones climáticas o geográficas.

Cabe destacar dos aspectos importantes respecto de este Manual. Primero el carácter dinámico, que lo hace factible de incorporar nuevos tópicos de acuerdo al avance científico – tecnológico y segundo que su aplicación estará sujeta a la voluntariedad del productor.

### III. TERMINOS Y DEFINICIONES

**Bioseguridad:** Conjunto de prácticas de manejo orientadas a prevenir el contacto de los peces con microorganismos patógenos.

**BPO:** Buenas Prácticas Operacionales.

**Certificado de Salud:** documento emitido por el médico veterinario de un centro de cultivo por medio del cual se acredita la condición sanitaria de un lote de peces.

**Circulación de agua:** Acción de ingresar agua desde una fuente natural (río, lago, mar) a los estanques que contienen los peces vivos y cuyo rebalse regresa nuevamente a la fuente natural. Se definirá como Circulación, cuando la tasa de recambio sea igual o superior a dos cambios /hora y se realice en forma continua durante el transporte.

**Declaración de Garantía:** documento emitido por el centro de cultivo a través del cual se acredita que la materia prima destinada a proceso no contiene residuos de productos farmacéuticos.

**Desinfección:** Procedimientos destinados a eliminar, destruir, inactivar o disminuir los agentes infecciosos o parasitarios responsables de enfermedades de los animales acuáticos.

**Desinfectantes:** Designa las sustancias químicas o procedimientos físicos capaces de destruir los microorganismos patógenos o evitar su desarrollo o crecimiento en diversas estructuras, superficies y organismos vivos.

**Detergente:** Sustancia que limpia un objeto sin corroerlo. Ayuda a la remoción de partículas reduciendo el tiempo de limpieza y el consumo de agua.

**Disposición final:** Actividad mediante la cual los residuos se depositan o destruyen en forma definitiva.

**Excretas:** Material sólido y líquido producido por el metabolismo de los peces en producción y en el transporte.

**Fármaco:** Todas las drogas veterinarias, aprobadas oficialmente, empleadas en producción de peces con la finalidad del tratamiento o prevención de enfermedades.

**Limpieza:** Remoción mecánica de todo resto de material orgánico particulado, materia grasa y en general, de cualquier material objetable adherido a una superficie de equipos, implementos e infraestructura, para lo cual se usa agua y detergentes.

**Manejo:** Considera todas aquellas prácticas que promueven la productividad, bienestar general y salud de los salmones. Inclúyase el manejo de subproductos y residuos.

**Monitoreo:** Secuencia planificada de observaciones o mediciones relacionadas con el cumplimiento de una buena práctica en particular.

**Pediluvio:** depósito que contiene una solución desinfectante que permite sanitizar el calzado de las personas. También puede cumplir esta función un material esponjoso embebido en suficiente solución desinfectante.

**Peligro:** Un agente biológico, químico o físico que pueda comprometer la inocuidad alimentaria y/o la salud de los peces.

**Producción Primaria:** Fase de la cadena alimentaria hasta alcanzar, por ejemplo, la cosecha.

**PSE:** Programa Sanitario Específico, dependiente de Sernapesca.

**PSG:** Programa Sanitario General, dependiente de Sernapesca.

**Registro:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

**Sanitización:** Reducción de la carga microbiana que contiene un objeto o sustancia a niveles seguros para la población.

**SERNAPESCA:** Servicio Nacional de Pesca

**SNSS:** Sistema Nacional de Servicios de Salud.

**Visitas:** Se consideran visitas a todas aquellas personas que no efectúan labores en o para los centros productivos.

#### **IV. LEGISLACION VIGENTE**

1. Los siguientes son los reglamentos vigentes aplicables al transporte de especies hidrobiológicas vivas, así como a las operaciones relacionadas a este.

1.1 D.S. N° 319, de 24 de Agosto de 2001. Aprueba "Reglamento sobre las medidas de protección, control y erradicación de las enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas". Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Los principales aspectos de este Reglamentos son:

- El objetivo central de este reglamento es evitar la introducción de enfermedades de alto riesgo que afectan a las especies hidrobiológicas, aislar su presencia en caso de que éstas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación.
- El campo de acción incluye actividades de cultivo, transporte, repoblamiento y transformación de especies hidrobiológicas.
- La normativa establece la elaboración de Programas Sanitarios Generales (PSG), los que comprenden aspectos de limpieza y desinfección; procedimientos de transporte; procedimientos de cosecha; manejo de enfermedades; manejo de mortalidades y sistemas de registro de datos, entre otros.
- En el título X, se especifican las condiciones aplicables al transporte de especies hidrobiológicas, tanto vivas como muertas. Estas incluyen contenidos relativos a la duración del transporte, condiciones del transporte, aspectos de limpieza y desinfección de viveros y equipos, identificación de la carga y aspectos referentes a registros y documentación.
- Además, el reglamento establece el desarrollo de Programas Sanitarios Específicos (PSE) los que están referidos a la vigilancia, control o erradicación de cada una de las enfermedades de alto riesgo de las especies hidrobiológicas, cuyas directrices incorporan los mismos aspectos que los PSG, pero orientados de manera específica a cada enfermedad.

1.2. Resolución exenta 72, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa sanitario general de limpieza y desinfección aplicable a la producción de peces (PSGL)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Los principales aspectos de esta Resolución son:

- El presente programa tiene por objeto establecer las condiciones de organización y aplicación de procedimientos de limpieza y desinfección en centros de cultivo de peces y en los medios de transporte que se mueven entre y hacia los centros, ya sea para el retiro y/o entrega de peces, cosechas, mortalidades e insumos.

- La base del programa está en la elaboración y ejecución de un Manual de Higiene y Desinfección el cual consigna la limpieza y desinfección de todos los equipos y elementos de un centro de cultivo, además de las personas que trabajan en él, su indumentaria y los vehículos y embarcaciones destinados al transporte de peces vivos y muertos.

- Del mismo modo, el Manual debe describir los productos detergentes y desinfectantes a usar, los procedimientos, los principios activos, concentraciones y frecuencias de uso. Además, debe consignarse el procedimiento de monitoreo de los procesos, incorporar acciones correctivas y contar con un registro de los monitoreo efectuados.

- Se especifica claramente que todos los medios de transporte de peces vivos, mortalidades y cosechas deberán ser lavados y desinfectados previo y posteriormente a su uso.

1.3. Resolución exenta 64, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa sanitario general de procedimientos de transporte (PSGT)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Los principales aspectos de esta Resolución son:

- El presente programa tiene por objeto establecer los requisitos y procedimientos sanitarios aplicables al transporte, tendientes a prevenir la diseminación de agentes patógenos. Sus contenidos serán aplicables al transporte aéreo, marítimo o terrestre de peces salmonídeos vivos, sus huevos y gametos, entre otros ítems.

- Se establece que las empresas de transporte y de cultivo deben mantener un sistema de registro de los transportes realizados, indicando la identificación de la carga, origen, destino y procedimientos aplicados. Del mismo modo los medios de transporte deben contar con certificación de la desinfección y limpieza previo al transporte. Estos procedimientos deben realizarse en conformidad con lo establecido por el PSGL.

- El programa especifica que para el transporte de peces vivos estos deben estar sanos, lo cual es avalado por un certificado de salud o en su defecto por la declaración de Garantía. Además, los peces deben ser sometidos a ayuno previo.

- Se especifican también las restricciones de movimiento en caso de la aplicación de Programas Sanitarios Específicos y las salvedades existentes para transportar peces enfermos. De todos modos se clarifica que en caso de una zonificación el transporte de peces vivos sólo podrá realizarse desde una zona de condición sanitaria equivalente o superior, previa autorización del Servicio.

- Se establecen además, las condiciones que se deben aplicar durante el transporte conducentes a proteger la vida y mantener el estado sanitario de la carga, como la que establece que los vehículos o contenedores se limpiarán y desinfectarán antes y después de ser utilizados con procedimientos, productos y dosis que acrediten eficacia para la eliminación de patógenos.

En anexo, presenta el "Certificado de Salud para el transporte de peces vivos"

## **V. INFRAESTRUCTURA**

### **Introducción**

La infraestructura de las jaulas flotantes, debe cumplir ciertos requisitos generales de deben estar de acuerdo a las condiciones de producción imperantes en la zona

## 1. Condiciones Generales de la Infraestructura

1.1. Las jaulas así como los equipos y las instalaciones anexa deberán estar concebidas de manera que no afecten la seguridad y sanidad de los peces, la seguridad del personal que trabaja en ellas

## 2. Condiciones de los Equipos y las Infraestructuras

### 2.1. Jaulas y construcciones anexas

2.1.1. Jaulas e instalaciones anexas deben estar hechos con materiales inertes resistentes a la corrosión.

2.1.2. Las jaulas deben estar concebidas de manera que se minimice el escape de peces

2.1.3. Deben existir las facilidades para desplazarse entre las jaulas

2.1.4. Todos los elementos del sistema deben ser accesibles para la limpieza y desinfección.

### 2.2. Otros elementos

2.2.1. Pediluvios de acceso a la zona del vivero.

## VI. BIOSEGURIDAD

### Introducción

A través de las siguientes acciones se deberá minimizar el riesgo sanitario de los peces que permanecen en las instalaciones.

### 1. Sanidad de los Peces

Para el adecuado control de los potenciales peligros asociados a los peces en viveros flotantes se deben considerar los siguientes aspectos.

1.1. Debe establecerse un manejo adecuado movimientos dentro de un área de manejo. (Origen de los peces, condiciones sanitarias del lugar, tiempo de espera, etc.).

1.2. Para disminuir los riesgos sanitario de los peces de debe considerar un protocolo de Limpieza y desinfección y de la infraestructura, detalle del cual se presenta en el punto 2.

1.3. Existen otros riesgos asociados a otros equipos, como el uso de embarcaciones de transporte de peces, (wellboat), embarcaciones naturalmente asociadas a estas instalaciones. Por lo tanto debe minimizarse el movimiento de embarcaciones ajenas a la operación normal de los centros.

1.4. Los equipos de buceo constituyen también un riesgo potencia para la transmisión de enfermedades de los peces, por lo tanto deberán tomarse la precauciones para eliminar los restos de material biológico de los trajes, sanitizar los trajes y los equipos con un desinfectante adecuado.

### 2. Limpieza y desinfección de la infraestructura

2.1. Todo el material usado para realizar una acción de alimentación, sanitización y otros manejos deberá ser lavados y desinfectados cada vez después de ser utilizados.

- 2.2. Los procedimientos, productos y dosis a usar deben acreditar su eficacia para la eliminación de agentes patógenos tales como virus, bacterias y hongo, así como también para destruir o inactivar las formas vegetativas y latentes de fitoplancton potencialmente nocivo para la salud pública y la de los peces.
- 2.3. El proceso de limpieza debería considerar la remoción mecánica de restos de material orgánico o algún otro elemento objetable. Para limpiar se debe utilizarse en lo posible agua que asegure un mínimo riesgo en la el potencial riesgo de transmisión de enfermedades.
- 2.4. Para la desinfección se deben consignar los productos y procedimientos que se utilizarán, teniendo en consideración la eficacia de los productos, recomendaciones del fabricante y cualquier antecedente que sea relevante para discriminar sobre el tipo y nivel de contaminación que las superficies pueden llegar a tener.
- 2.5. El Protocolo debe considerar también un procedimiento de monitoreo de los las labores de limpieza y desinfección con el objeto de comprobar la eficacia y eficiencia de las acciones.
- 2.6. Deben estar estipuladas también las acciones correctivas que deban aplicarse en el caso que, con motivo de un monitoreo u otra circunstancia, se constate una discrepancia entre los procedimientos o resultados visualizados y los previstos.
- 2.7. Luego de cada proceso de limpieza y desinfección se debe extender un certificado que acredite su desinfección previa al transporte, el que será emitido por el responsable técnico de la aplicación de estos procedimientos. En el caso de medios de transporte que cuenten con sistemas automáticos de desinfección, estos procedimientos deberán estar respaldados por los registros correspondientes, no siendo necesaria la emisión del certificado.
- 2.8. En la medida de lo posible el procedimiento de limpieza y desinfección debe ser realizado en el lugar de origen.

### **3. Control de plagas**

- 3.1. Se deben registrar los productos a utilizar y su forma de aplicación.
- 3.2. Todo vivero debe contar con un programa de control de plagas, de acuerdo al nivel de riesgo que presente, junto con un sistema de registro que avale su funcionamiento.
- 3.3. La aplicación se debe ajustar a la legislación chilena vigente, y considerar las recomendaciones del fabricante.
- 3.4. Las basuras y desperdicios deben contar con un lugar especial para su almacenamiento y tratamiento, lo más lejano de las instalaciones y los animales posible.
- 3.5. Se debe contar con instrucciones escritas para la disposición de desechos y peces muertos.

## VII. OPERACIONES

### Introducción

Para la operación de los viveros flotantes para salmones se deberán establecer procedimientos escritos y verificables que permitan ejecutar las actividades rutinarias de manera segura.

#### 1. Generalidades

1.1. En tiempo de estadía debe minimizarse en la medida de lo posible. El tiempo estará de acuerdo a disponibilidad de capacidad de proceso en planta de faena, producto objetivo que se espera obtener de cada partida de peces, mercado de destino, condiciones climáticas, logística de planta de faena y disponibilidad de embarcaciones de transporte de peces.

1.2. La recepción de peces debe estar condicionada a individuos sanos, lo que será avalado por un certificado de salud emitido por el médico veterinario responsable del centro de cultivo de origen.

1.3. Se exigirá además la Declaración de Garantía, con el cual se verificará la emisión del certificado de salud correspondiente.

1.4. No se podrán recibir peces muertos o moribundos. Estos deben ser enviados inmediatamente a un lugar acondicionado para su transporte o proceso.

1.5. En los viveros deberán mantener sistemas de registros de todos los transportes ingresados, identificando cada lote de peces, origen, destino y procedimientos aplicados.

1.6. El vivero deberá exigir el certificado o los registros que acrediten la desinfección de la embarcación previa a la descarga de los peces.

#### 2. Manejo de la carga y descarga de los peces

2.1. El centro de acopio o la planta deben exigir el Certificado de Salud y los datos del lote al transportista.

2.2. Todo ejemplar que se halle muerto a la llegada debe ser sujeto de análisis y eventualmente realizar una necropsia, con el objeto de determinar la causa de muerte.

2.3. En caso que se hubiera establecido una zonificación, el transporte de peces hacia el vivero este sólo podrá realizarse desde una zona de condición sanitaria equivalente o superior, previa autorización emitida por el Servicio de acuerdo a los procedimientos y condiciones descritos en los PSE correspondientes.

2.4. No se permitirá transporten ingreso de peces vivos desde o hacia zonas que presenten floraciones de algas nocivas (FAN).

2.5. Las empresas de transporte y de cultivo deberán mantener un sistema de registros de todos los transportes realizados, en el que se indique al menos la identificación de los peces, origen, destino y procedimientos que se hubiesen aplicado en cada uno de ellos.

2.6. Durante el trayecto sin peces el barco puede operar vacío o cargado con agua como sistema cerrado o con los accesos y egresos de agua a los estanques cerrados.

## VIII. CONDICIONES DE TRABAJO Y DE LOS TRABAJADORES

### Introducción

Todas las empresas deben procurar todas las facilidades para que se establezca una adecuada higiene personal.

De manera anexa a las recomendaciones que se entregan a continuación, se deben considerar los reglamentos establecidos en el Código del Trabajo (DFL 1/1994), en el Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (Dto. 201/2001 del Ministerio de salud) y en el Código Sanitario (DFL 725/1968).

#### 1. Entrenamiento del personal

1.1. Todos los trabajadores, deben recibir entrenamiento con relación a higiene personal. El entrenamiento debe considerar las normas de higiene personal, ropa y equipo de trabajo. Se sugiere que el personal cuente con ropa apropiada para su trabajo (overol y botas), la que debe mantenerse en adecuadas condiciones de limpieza, además de contar con las adecuadas construcciones para ello, como baños, áreas de descanso, etc.

1.2. Cada trabajador debe estar capacitado y entrenado en la labor específica que realiza en el vivero

1.3. Las personas que manejen drogas veterinarias, agroquímicos, desinfectantes y/o que operen algún equipamiento complejo, deben recibir la adecuada capacitación para el manejo de estos elementos.

1.4. Las normas de manejo entregadas en las actividades de capacitación, deben ser proporcionadas por escrito.

1.5. Deben mantenerse registros de las acciones de capacitación a las que han estado sujetos los trabajadores en la empresa propietaria de los viveros.

1.6. Si las personas son cambiadas de una función a otra, deben ser apropiadamente entrenadas en su nueva función.

1.7. Los trabajadores deberían conocer las buenas prácticas de manejo, y su importancia en mantener la seguridad de los alimentos, el medio ambiente y el bienestar animal.

#### 2. Seguridad y Bienestar

2.1. Se deben cumplir con las exigencias legales en relación a la seguridad ocupacional.

2.2. Deben evaluarse los riesgos potenciales dado el funcionamiento de los viveros, para desarrollar un plan de acción que promuevan condiciones de trabajo seguro y saludable.

2.3. Se debe contar con un botiquín de primeros auxilios en el sitio. Este deberá estar ubicado en un lugar conocido por todo el personal. Al menos un trabajador debe estar capacitado en brindar primeros auxilios en caso que sea necesario.

2.4. El personal debe contar con todos los implementos necesarios para su protección personal (ropa, botas, antiparras, gorros, guantes, mangas, etc.) para aquellos manejos en que se utilicen sustancias potencialmente peligrosas, o que de alguna manera representen un riesgo para el trabajador.

2.5. La señalética y documentación existentes respecto a la seguridad de los trabajadores debe ser de fácil entendimiento.

2.6. En los viveros se debe contar con instrucciones precisas para enfrentar riesgos de incendios, u otros. Los equipos para enfrentar estos riesgos deben ser mantenidos en forma adecuada.

### 3. Bioseguridad

3.1. Todos los trabajadores estén familiarizados y entienden los procesos de bioseguridad que son establecidos en los viveros. Se espera que todos los trabajadores entiendan la importancia de la higiene en la salud de los peces.

3.2. El personal que labora en los viveros debe evitar visitar otros viveros, sin antes tomar las debidas precauciones en cuanto a la higiene.

3.3. Debe evitarse el ingreso de personas ajenas al vivero. Si ingresa una persona ajena, debe cumplir con las mismas medidas de bioseguridad para evitar las fuentes de contaminación externa.

3.4. Cada trabajador del vivero debería ser instruido en la rutina de limpieza y la mantención del vivero.

3.5. Todos los operarios del vivero deberían ser instruidos en el control de la contaminación que pueden causar los peces por su acción sobre el aire, suelo, el agua, en los alimentos. También por efecto de los seres humanos, de los productos veterinarios y de otros elementos usados en las unidades de producción. Esto es especialmente importante para aquellos en que el proceso productivo involucre control de puntos críticos.

## IX. MANEJO MEDIOAMBIENTAL

### Introducción

1.1. Para asegurar el cumplimiento de los aspectos medioambientales en los viveros se deben considerar las siguientes disposiciones legales:

- Ley de Bases Generales para el Medio Ambiente (Ley 19.300)
- Decreto Supremo N° 320/01
- Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)

1.2. Se deben considerar las normas referentes a disposición de desechos sólidos y al manejo de otras emisiones:

1.2.1. Desechos Sólidos: Ley 725/1967, DS 553/1990, DFL 1122/1981, Res. 7.539/1976, Res.5.081/1993, Ley 3.133/1916, Res. 3276/1977 del Ministerio de Salud, DS 351/1923, DFL 1/1989, DS 144/1961, Res. 7.077/1976, DL 3.557/1980.

1.2.2. Aguas residuales: Ley 3.133/1916, DS 351/1993, DFL 725/1967, DFL 1/1990, DS 609/1998, NCh 1.333/Of. 1987, Norma técnica provisoria/92 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, DS 1.172/1997, DL 3.557/1980.

1.2.3. Emisiones atmosféricas: DFL 725/1967, DS 144/1961, DS 4/1992, DS 1.905/1993, DS 1583/1993, Res. 1.215/1978 y Res. 15.027/1994.

1.2.4. Emisión de ruidos: DFL 725/1967, DS 286/1984, DS 146/1997.

1.2.5 También se deben considerar las disposiciones de la Ley de Caza 19.473/2002 y el D.S. 5/2002.

## 1. Plan de contingencia

En cada vivero deberá existir un plan de contingencia, que describa en orden cronológico las acciones a desarrollar en caso de ocurrir circunstancias susceptibles de constituir riesgo de daño o que causen daño ambiental. Dicho plan deberá considerar, a lo menos, los casos de mortalidades masivas y escapes.

## 2. Manejo y Disposición de Residuos

2.1. Se debe establecer un procedimiento escrito que considere el manejo de los residuos generados. Aspectos tales como su identificación, segregación, acopio transitorio, traslados y procesos relacionados deben ser incluidos.

2.2. En el procedimiento generado se debe incluir:

- Destrucción y eliminación de envases vacíos de productos de uso veterinario y de los remanentes de éstos luego de su uso
- Manejo y eliminación de envases que han contenido productos biológicos y no biológicos
- Manejo y eliminación de material cortopunzante
- Manejo y eliminación del material plástico contaminado microbiológicamente
- Manejo y disposición final de los peces muertos
- Manejo y disposición de la maquinaria vieja en desuso, baterías usadas, desechos de aceite y derivados del petróleo

2.3. La disposición final de estos residuos debe realizarse en lugares autorizados por la autoridad competente.

## 3. Otros Peligros Químicos

Para el manejo medio ambiental de un vivero flotante, se deben considerar también, la posibilidad de contaminación con productos químicos externos al vivero flotante.

3.1. En el caso de sospechar de una posible contaminación química, se les debe analizar y mantener aislado, hasta que la autoridad competente determine su destino.

3.2. Se debe evitar el uso de elementos en el vivero flotante que contengan productos químicos potencialmente dañinos para los peces o el medio ambiente.

## 4. Biodiversidad

Debe prohibirse la destrucción y la perturbación de la flora y fauna nativa en protección, considerando la legislación vigente al respecto.

## 5. Impacto territorial

Se debe proteger el patrimonio cultural y natural de las zonas de influencia de las actividades productivas, considerando la legislación vigente.

## 6. Bienestar de los peces

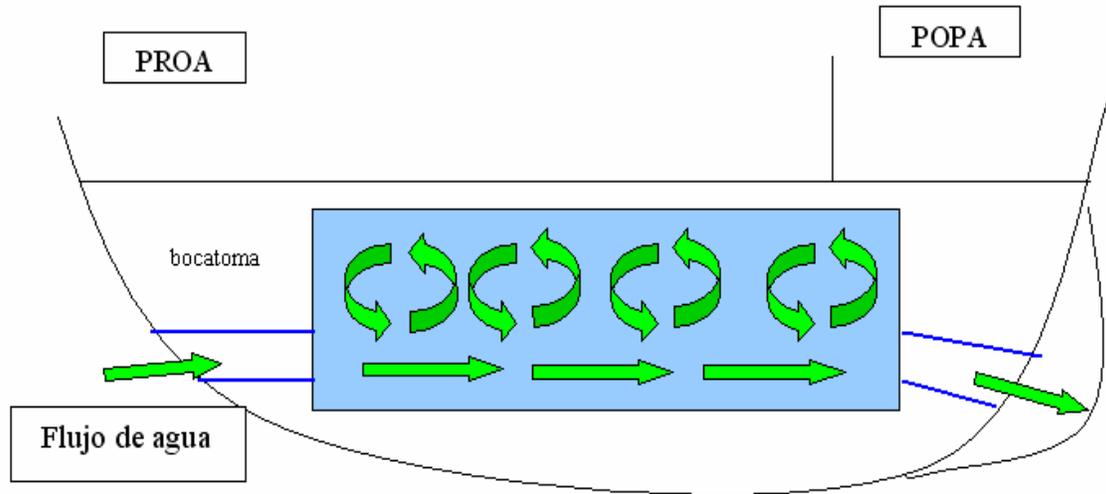
Al igual que en todas las especies animales, se considera el bienestar de los peces en todos sus pasos productivos. En este sentido deberán reconocerse los estándares que la OIE, a través del código sanitario para peces establezca.

## **XI. REFERENCIAS**

1. DS 320/01, Reglamento Ambiental para la Acuicultura. Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
2. D.S. N° 319, de 24 de Agosto de 2001. Aprueba "Reglamento sobre las medidas de protección, control y erradicación de las enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas". Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
3. Resolución exenta 64, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa sanitario general de procedimientos de transporte (PSGT)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
4. Resolución exenta 67, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa Sanitario General de Manejo de Enfermedades (PSGE)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
5. Resolución exenta 72, de 24 de Enero de 2003, que aprueba el "Programa sanitario general de limpieza y desinfección aplicable a la producción de peces (PSGL)". Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
6. Joint Government/Industry Working Group (JWG) on Infectious Salmon Anaemia<sup>1</sup> (ISA) A CODE OF PRACTICE TO AVOID AND MINIMISE THE IMPACT OF INFECTIOUS SALMON ANAEMIA (ISA) January 2000.

## ANEXO 6

Esquema de flujo de agua en estanques o bodegas de carga de peces vivos en wellboat abierto



**ANEXO 7**

**Informe de Análisis de Agua  
Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)**



**FUNDACION CENTRO NACIONAL DEL MEDIO  
AMBIENTE**

*Laboratorio de Química Ambiental  
AV. Larráin N° 9975*

*La Reina  
Santiago, Chile.  
Tel 56 2 2994170*

**Fax 56 2 2994172**

---

***INFORME DE ANÁLISIS  
Inf. 024/2004***

## 1. ANTECEDENTES CLIENTE

Nombre : Universidad de Chile – Facultad de Veterinaria y Pecuarias  
Dirección : Santa Rosa N°11735  
Teléfono : 6785501 – (09) 5485616  
Fax :  
Persona Contactada : Rodrigo Robles – Paola Bertolini  
Cargo : Rodrigo Robles (Jefe de Proyecto)  
Número Cliente : 109  
Número Proyecto : 1

## 2. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

### 2.1. Empresa 1

<b>Código muestra Cliente</b>	<b>Código muestra CENMA</b>	<b>Descripción muestra</b>	<b>Muestreado por</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Fecha de recepción CENMA</b>
Empresa 1 Muestra Inicial	13911	Agua de Mar	CENMA	16/12/03	18/12/03
Empresa 1 Muestra Compuesta	13912	Agua de Ma	CENMA	16/12/03	18/12/03

- Punto muestreo: Estanque derecho – Wellboat Empresa 1
- Trayecto Realizado: Desde San Luis (Seno de Reloncabí, frente río Puelo) a Bahía Ilque.

**OBSERVACIÓN:** Informe corregido a solicitud del cliente, incluyendo un mayor análisis interpretativo de los datos.

### 2.2. Empresa 2

<b>Código muestra Cliente</b>	<b>Código muestra CENMA</b>	<b>Descripción muestra</b>	<b>Muestreado por</b>	<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Fecha de recepción CENMA</b>
Empresa 2 Muestra Compuesta	13931	Agua de Ma	CENMA	17/12/03	22/12/03
Empresa 2 Muestra Inicial	13932	Agua de Ma	CENMA	17/12/03	22/12/03

- Punto muestreo: Estanque Wellboat Empresa 2
- Trayecto Realizado: Desde centro de engorda en Isla Alao a planta de proceso en Tepua.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Parámetros de Terreno para Empresa 1

<b>Muestra</b>	<b>N°</b>	<b>Hora</b>	<b>PH - NCh 2313/1.Of95</b>	<b>T° - NCh 2313/2.Of95</b>	<b>Vol. Muestra (ml)</b>
<i>Empresa 1 Muestra Inicial</i>	1	11:12	7,4	14,0	1000
<i>Empresa 1 Muestra Compuesta</i>	2	12:42	7,2	13,8	300
	3	14:12	8,2	15,0	300
	4	15:20	8,3	15,0	300

#### 3.2 Parámetros de Terreno para Empresa 2

<b>Muestra</b>	<b>N°</b>	<b>Hora</b>	<b>PH - NCh 2313/1.Of95</b>	<b>T° - NCh 2313/2.Of95</b>	<b>Vol. Muestra (ml)</b>
<i>Empresa 2 Muestra Inicial</i>	1	14:26	7,8	14,9	1000
<i>Empresa 2 Muestra Compuesta</i>	2	15:25	7,8	13,8	500
	3	16:23	7,8	14,0	500

#### 3.3 Análisis de Laboratorio

##### 3.3.1 Determinación de Aceites y Grasas - Método Gravimétrico - NCh 2313/6 Of97 - (Código Interno ILMAL - 030)

<b>Muestra</b>	<b>Concentración (mg /L)</b>
<i>Empresa 1 Muestra Inicial</i>	< LD
<i>Empresa 1 Muestra Compuesta</i>	< LD
<i>Empresa 2 Muestra Inicial</i>	< LD
<i>Empresa 2 Muestra Compuesta</i>	< LD
<b>LD</b>	<b>10,19</b>

LD : límite de detección

3.2.2 *Determinación de Sólidos Suspendidos Totales (SST) – Método Gravimétrico – NCh 2313/3 Of.95 – (código Interno ILMAL-011)*

<b>Muestra</b>	<b>SST (mg/L)</b>
<i>Empresa 1 Muestra Inicial</i>	65,1
<i>Empresa 1 Muestra Compuesta</i>	54,1
<b>LD</b>	<b>5,69</b>

LD : Límite de detección

3.2.3 *Determinación de Nitrógeno Total Kjendahl (NKT) – Método de Digestión y Cuantificación Colorimétrica – NCh 2313/28-C98 – (Código Interno ILMAL – 017)*

<b>Muestra</b>	<b>NKT( mg/L )</b>
<i>Empresa 1 Muestra Inicial</i>	2,38
<i>Empresa 1 Muestra Compuesta</i>	1,79
<i>Empresa 2 Tiempo Inicial</i>	1,53
<i>Empresa 2 Muestra Compuesta</i>	0,81
<b>LD</b>	<b>0,78</b>

LD: Límite detección

3.2.4 *Análisis de Fósforo Total – Método espectrométrico – NCh 2313/15 – (Código Interno ILMAL – 012)*

<b>Muestra</b>	<b>Fósforo ( mg/L )</b>
<i>Empresa 1 Muestra Inicial</i>	< LD
<i>Empresa 1 Muestra Compuesta</i>	< LD
<i>Empresa 2 Muestra Inicial</i>	< LD
<i>Empresa 2 Muestra Compuesta</i>	< LD
<b>LD</b>	<b>0,58</b>

LD: Límite detección

3.2.5 *Análisis de Fosfato – Método espectrométrico – Standard Method 4500-PC – (Código Interno ILMAL – 012)*

<b>Muestra</b>	<b>Fósforo ( mg/L )</b>
<i>Empresa 1 Muestra Inicial</i>	< LD
<i>Empresa 1 Muestra Compuesta</i>	< LD
<b>LD</b>	<b>0,58</b>

LD: Límite de detección

3.2.6 *Determinación de Amonio (NH4) – Método Nessler Colorimétrico*

<b>Muestra</b>	<b>NH<sub>4</sub> (mg/L)</b>	<b>N (mg/L)*</b>
<i>Empresa 1 Muestra Inicial</i>	1,540	1,194
<i>Empresa 1 Muestra Compuesta</i>	1,121	0,869
<i>Empresa 2 Muestra Inicial</i>	1,240	0,961
<i>Empresa 2 Muestra Compuesta</i>	1,320	1,023
<b>LD</b>	<b>0,056</b>	<b>0,043</b>

LD: Límite de detección

\* Conversión de mg/l de amonio a mg/L de N al dividir la concentración reportada de amonio por el factor 1,29

## 4. ANTECEDENTES GENERALES DEL MUESTREO Y DISCUSIÓN

### 4.1 Del Muestreo

#### Objetivo

*Evaluar los posibles impactos ambientales generados por el transporte de peces vivos de cultivo en Wellboat con sistemas de transporte abiertos (con recambio constante de agua) y cerrado (sin recambio de agua durante el trayecto)*

#### Consideración para la planificación del muestreo:

*En un comienzo y luego de revisar el documento, del cual se obtuvieron algunos detalles técnicos y operativos de los Wellboat y del período y proceso de transporte, y poca información respecto de las aguas que éstos descargan, se decidió, en principio, incluir los siguientes parámetros de monitoreo:*

- *Aguas en los estanques de transporte:*
  - DBO5*
  - Sólidos Suspendidos*
  - Nitrógeno Total*
  - Fósforo Total*
  - pH*
  - Aceites y Grasas*
  - Temperatura*
  - SAAM*
- *Sedimentos en la zona de descarga de las aguas de los estanques:*
  - Materia Orgánica en Sedimento*
  - Granulometría*
  - Nitrógeno Total en Sedimento*
  - Fósforo Total en Sedimento*

*Toda la información disponible fue sobre la base del documento de Declaración de Impacto Ambiental (DIA) “Planta de proceso de salmones en Tepua” de la Empresa 2, facilitado por el propio cliente.*

#### Supuestos:

- a) *Se consideró el proceso de transporte como cerrado, es decir, los estanques de carga se llenan con agua de mar antes de cargar la materia prima (salmones y truchas), la cual es transportada hasta las Instalaciones de ingreso de materia prima (Unidades de acopio, Salmoducto, Contador/separador), para finalmente descargar en algún punto las aguas de los estanques y proceder a su lavado. Se consideró además, que las aguas de los estanques de los Wellboat son succionadas durante el proceso de descarga y luego devueltas al Wellboat, por lo que no pasan por las instalaciones de tratamiento de aguas servidas de la Planta de Proceso de Salmones. En el documento DIA estudiado, sólo se menciona un filtro para retener cualquier elemento que pudiese aparecer en esta agua, tales como escamas u otros.*
- b) *Se consideró un Wellboat como una unidad productora y por lo tanto las aguas derivadas del proceso de transporte como descargas de residuos líquidos. Entendiendo esta última como “la evacuación o vertimiento de residuos líquidos a un cuerpo de agua receptor, como resultado de un proceso, actividad o servicio de una fuente emisora” (D.S. 90, del 7 de Marzo de 2001).*
- c) *Como la posible contaminación de las aguas de los estanques de transportes de los Wellboat sería tipo orgánica, originada por las deposiciones de los peces y/o otro elementos como escamas, se determinó realizar los análisis de los parámetros antes señalados, los cuales se incluyen en la tabla n° 4<sup>6</sup> “sobre límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral” contenida en el “D.S. N° 90”; Norma de emisión para la regulación de*

<sup>6</sup> Tabla N° 4 “ Límites Máximos Permitidos para la Descarga de Residuos Líquidos a Cuerpos de Aguas Marinos dentro de la Zona de Protección Litoral” D.S.N° 90 Norma de Emisión de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Ministerio SEGPRES. República de Chile.

contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

- d) Otra consideración fue que en la propia DIA, el proponente del proyecto ofrece un Plan de vigilancia ambiental donde se monitoreará, en el caso de aguas, los parámetros de Temperatura, Salinidad, Oxígeno disuelto, Grasas y Aceites, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Coliformes totales y fecales y Penetración de luz. Por su parte, en el mismo plan de vigilancia se propone monitorear los parámetros de Materia Orgánica, Granulometría y Texturales.
- e) Por cada Wellboat se incluyen tres análisis de cada parámetro en el caso de aguas; El agua al momento de llenado de los estanques, el agua descargada al final del proceso y en agua usada para lavar posteriormente los estanques. En el caso de sedimentos se consideró un muestreo en el punto de descarga de los Wellboat, al final del proceso – Esto en el supuesto de que se tenga un punto específico de descarga y lavado de los estanques. Tanto el agua usada para lavar posteriormente los estanques como el muestreo de sedimento se estimó realizarlos en el supuesto de que dichas actividades se realizaran durante el período de muestreo. Por su parte, el parámetro SAAM, sólo se realizaría para el agua de desecho del lavado de los estanques.
- f) Se estimó la realización del análisis de DBO5, en el supuesto de un posible traslado de peces en áreas de agua dulce, de lo contrario, se presupuestó el análisis de carbono orgánico total.

#### **Muestreo realizado:**

El muestreo incluyó dos embarcaciones de transporte de peces vivos (wellboat), embarcación 1 (Fig. 1) de la empresa Empresa 1 y embarcación 2 (Fig. 2) de la Empresa 2. En principio se seleccionaron estas embarcaciones considerando un modelo de sistema de transporte abierto representado por la embarcación de la empresa 1 y una embarcación con modelo de transporte cerrado perteneciente a la empresa 2.

Para el monitoreo se consideró la toma de muestras desde los estanques de almacenamiento de la biomasa. Para el caso del sistema de transporte abierto, es decir con recambio constante del agua de almacenamiento de la biomasa, se programó la toma de una muestra al comienzo del traslado de peces, inmediatamente después de cargada la embarcación y, una muestra final compuesta en el tiempo con la cual se determinó la concentración promedio de los parámetros analizados durante el trayecto (INN, 1997; NCh 411/10.Of97). Por su parte, para el modelo de transporte cerrado – con recirculación interna del agua de transporte de la biomasa- se consideró la toma de una muestra al comienzo del trayecto, inmediatamente después de cargada la embarcación y, otra muestra puntual al finalizar el trayecto, inmediatamente antes de la descarga de la biomasa. Con este muestreo se podrá determinar el impacto total de la descarga (INN, 1997; NCh 411/10.Of97).

Para el muestreo, preservación de muestras y tiempos máximos de almacenamiento todos los análisis fueron realizados según Standard Method 20ed. (APHA et al., 1998)

Para el caso de la embarcación perteneciente a la empresa 1, ésta fue monitoreada según el procedimiento antes descrito para sistema abierto. El trayecto de viaje fue desde el centro de engorda de San Luis (Seno de Reloncaví, frente río Puelo; Fig. 3) a Bahía Ilque (Fig. 1) – Puerto Montt, comenzando el trayecto a las 11:12 de la mañana y terminando a las 15:45 de la tarde del día 16 de diciembre del 2003. Considerando un tiempo estimado de cuatro horas de viaje, se tomaron tres muestras de 300 ml en lapsos de una hora cada una. El Monitoreo se realizó tomando muestras desde el estanque derecho de transporte (Fig. 4 y 5), contando dicha embarcación con dos estanques.

Para el caso de la embarcación de la Empresa 2, se encontró que por problemas técnicos del sistema de recirculación de aguas de la embarcación, esta se encontraba operando con sistema abierto de transporte, por lo que se decidió muestrear en forma similar a lo realizado en la embarcación de la Empresa 1. El trayecto de viaje fue desde el centro de engorda ubicado en la isla de Alao (Fig. 6) a la planta de proceso de la empresa ubicada en Tepua (Fig. 2) – Chiloe, comenzando el trayecto a las 14:30 y terminando a las 18:30 del día 17 de diciembre del 2003. Cabe destacar que al llegar a Isla de Alao se informó que por problemas en la cantidad de biomasa del centro del centro de engorda, la embarcación debía tomar destino a otro centro de engorda de la empresa para cargar. Luego de lo anterior, se comunicó que por problemas surgidos en el paso de Chiloe al continente, en el Seno de Reloncaví, la embarcación debía transportar

los peces directamente a Puerto Montt, lo que significaba un trayecto total de aproximadamente ocho a diez horas. Considerando lo largo del trayecto, se estimó la toma de muestras puntual cada dos horas para la generación de la muestra compuesta final del trayecto. Finalmente a mitad del trayecto de transporte, se informó que se había superado el problema en el Seno de Reloncaví, por lo que la embarcación debió cambiar curso rumbo a Tepua nuevamente. Todo lo anterior llevó a que se lograran obtener la muestra puntual de comienzo del trayecto y una compuesta sobre la base de dos submuestra tomadas durante el trayecto. Las muestras fueron tomadas desde el único estanque de transporte de la embarcación (Fig. 7 y 8).

Del monitoreo de agua antes descrito sólo no se consideró aplicables al monitoreo las determinaciones de Oxígeno Disuelto y Salinidad debido a que los wellboat monitoreados se encontraban funcionando con sistema abierto de transporte y recirculación de agua, por lo que estos parámetro no variarían en el transcurso del trayecto por efecto de la actividad de los peces y por ende en la descarga final estos parámetros no impactarían las aguas en la zona de vertido.

#### 4.2 De los Resultados Obtenidos

Según la experiencia adquirida en este primer monitoreo, tanto desde observación en terreno como por los análisis realizados, cabe destacar que los wellboat no calificarían como establecimiento emisor según el punto 3.7 del D.S. 90 (2000), por lo que dicha normativa no sería aplicable para la fiscalización de esta actividad. De una revisión normativa realizada, se ha podido encontrar que el único artículo legal que hace mención a un posible componente de esta actividad, es el párrafo 3 del artículo 27, Capítulo 1°, Título II del D.O. n° 34.419 sobre “Reglamento para el control de la contaminación acuática”, el cual, entre otras, define “aguas sucias” en el punto “c” como “Desagües procedentes de espacios en que se transporten animales vivo”. Sin embargo, cabe señalar que de la lectura del el Capítulo 5° del Título II, del mismo reglamento, se desprende que la mención a dicho tipo de aguas tubo desde su origen un objetivo de aplicación diferente al de las actividades realizadas a través de los Wellboat. Sin perjuicio de lo anterior es posible resaltar que los sistemas transportes a través de Wellboat cerrados cumplirían con las exigencias del Artículo 88° del antes mencionado capítulo, en lo que se señala en los puntos “a” y “b” sobre contar con métodos de tratamiento y desinfección de las aguas sucias, si consideramos así a las aguas marinas de transporte de la biomasa. Junto a lo anterior, según el DIA evaluado durante la planificación del monitoreo, las aguas descargadas desde el wellboat con sistema cerrado usado por la Empresa 2, son previamente dirigidas a sistemas de tratamiento en tierra antes de ser descargadas, por lo que también cumplirían con el la letra “d” del mismo Artículo.

Durante ambos monitoreos, no se presenció el proceso de limpieza de las instalaciones de transportes de los wellboat, por lo que no fueron tomadas las muestras presupuestadas para sedimentos y aguas de lavado. De los resultados obtenidos de las muestras analizadas, para el caso de los parámetros de laboratorio no se observan diferencias significativas entre la muestra tomada al inicio del trayecto y la muestra compuesta, es más, se puede apreciar una leve disminución de los valores de casi la totalidad de los parámetros, a excepción de amonio para el caso de la embarcación perteneciente a la Empresa 2, lo que se podría deber a una mayor concentración de este compuesto en las aguas próximas a las jaulas de cultivo. Lo anterior, sin embargo no se puede tomar como evidencia de la existencia de contaminación de las aguas. La determinación de nitrógeno total kjeldahl (NT), incluye la determinación de la suma total de nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) y amoníaco libre (NH<sub>4</sub>). De lo anterior se desprende que el nutriente nitrógeno en forma de amonio libre representa el mayor porcentaje del nitrógeno total de las aguas en las zonas monitoreadas.

Muestra	N-NH <sub>4</sub> / NT
Empresa 1; Muestra Inicial	0,50
Empresa 1; Muestra Compuesta	0,49
Empresa 2; Muestra Inicial	0,63
Empresa 2; Muestra Compuesta	1,26

Cabe destacar que de acuerdo a los límite de detección del método de análisis, el NTK poseería un Límite de cuantificación de 2,6 mgN/L y el N-NH<sub>4</sub> de 0,14 mgN/L. Entendiéndose por límite de cuantificación, la concentración mínima de un compuesto que puede ser CUANTIFICADA con una fiabilidad definida, es decir, en el rango bajo el LC y sobre el LD el analito es detectado pero no cuantificado con un nivel de confiabilidad aceptable. Lo anterior explicaría que para la muestra "PF – 2,3; Muestra Compuesta" las concentraciones de N-NH<sub>4</sub> detectadas, sean mayores a las de NT, siendo posible, para este caso, que el 100% del nitrógeno sea N-NH<sub>4</sub>.

El aporte principal de contaminates orgánicos y nutrientes generados por la biomasa de peces transportada, provenientes de excretas y restos de escamas entre otros, fueron evaluados mediante los análisis de aceites y grasas, sólidos suspendidos totales y, para el caso de los nutrientes, nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT) más sus formas disponibles amonio y fósforo reactivo. No fue posible realizar el análisis de Carbono orgánico Total a las muestras debido a fajas en equipo de CENMA y no fue posible encontrar otro laboratorio que pudiera realizar el análisis.

El carbono orgánico total (COT) en agua y aguas residuales esta formado por una gran variedad de compuestos orgánicos en variados estados de oxidación. Algunos de estos compuestos carbonáceos pueden llegar a ser oxidados, ya sea por procesos químicos o bioquímicos, de esta manera la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) son parámetros alternativos para la determinación de niveles de contaminación orgánica en aguas.

En general, los parámetros de DBO y DQO han sido tradicionalmente usados para determinar el nivel de contaminación orgánica en un ambiente dado, sin embargo, el carbono orgánico total (COT) es una expresión más directa y conveniente del contenido de materia orgánica que la DQO y la DBO, aun cuando no provee la misma información.. Al respecto cabe considerar que existe el alto porcentaje de error que se puede generar en los análisis de DBO y DQO en matices de agua de mar, por su alto contenido de sales. Para el caso de la DBO, los altos contenidos de sales en las muestras pueden inhibir la actividad microbológica del inoculo (población bacterial) generando una subestimación significativa de la carga orgánica biodegradable en la muestra (ECETOC, 2001). Por su parte, en la determinación de la DQO, la alta concentración de sales inorgánicas, especialmente cloruros, pueden generar interferencia positiva al reaccionar con los compuestos de digestión. Si bien en la actualidad existen métodos recomendados para la determinación de DQO en muestras altamente salinas, (APHA, et. al., 1998), estos métodos no han sido aceptados como procedimientos normalizados de análisis en el ámbito internacional, recomendándose la determinación instrumental de COT para la evaluación del nivel de concentración orgánica de las aguas.

Aún cuando el COT no es un parámetro exigido por la normativa Chilena, mediante la correlación de datos de la determinación de la DBO, la DQO y el COT, éste último puede ser una valiosa ayuda a la hora de la toma de decisiones en torno a las pruebas de demanda de oxígeno. Estas relaciones deben ser calculadas para cada tipo de residuo o matriz. A diferencia de la DBO y la DQO, el COT es independiente del estado de oxidación de la materia orgánica y además no determina la presencia de otros compuestos ligados que demandan oxígeno tales como amonio, nítrito y sulfuros, los que si son determinados a través de la DBO y la DQO. Así el TOC no reemplaza a la determinación de estos parámetros.

Los métodos para la determinación del COT utilizan calor y oxígeno, radiación ultravioleta, oxidantes químicos, o combinaciones de estos para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El CO<sub>2</sub> puede ser determinado directamente a través de un Analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR) o puede ser reducido a metano y determinado con un detector de ionización de llama.

No debe dejar de considerarse que la liberación de nutrientes al medio depende de factores tanto ambientales como de producción, tales como estacionalidad, calidad del agua, sistema de cultivo, cantidad de peces, cantidad de peces estresados, cantidad y calidad del alimento proporcionado a los peces y eficiencia de asimilación y excreción de los individuos (Costa Pierce, 1996). Estudios previos han estimado que la mayor parte del NT se encuentra en la fracción disuelta, principalmente como amonio (Gowen & Bradbury, 1987).

La razón NT/FT para el presente en las aguas se presentan en la siguiente tabla:

Muestra	NT/PT
Empresa 1; Muestra Inicial	6,16
Empresa 1; Muestra Compuesta	4,58
Empresa 2; Muestra Inicial	4,29
Empresa 2; Muestra Compuesta	3,16

NOTA: Para el caso del FT, se usó el valor del límite de detección del método de análisis (0,58 mg/L)

Estas altas proporciones de NT/PT, en relación a las de 5,8 y 5,3 para material sedimentario de acuicultura intensiva y aguas residuales domiciliarias, respectivamente, son muy similares a reportes previos de tazas de 5,6 en desechos de actividades de cultivos intensivos (Costa pierce, 1996). Al respecto es importante destacar que estudios previos han mostrado que la productividad primaria en cuerpos de agua dulce está limitada por el fósforo (Schindler, 1978) y por nitrógeno para el caso de los ecosistemas marinos (Goldman, et al., 1973). Adicionalmente, es posible observar que los valores de TN/PN difieren entre embarcaciones monitoreadas, lo que estaría relacionado a diferencias entre las calidades de agua de las diferentes zonas de operación de los wellboat, lo que sin embargo no estaría mostrando una mayor proporción de enriquecimiento por nitrógeno de las aguas monitoreadas.

Es posible esperar que, debido a que ambas embarcaciones funcionaron con modelo de transporte abierto y considerando los tiempo de transportes realizados, durante los cuales los peces no fueron alimentados, los niveles de concentración de los parámetros durante el trayecto de transporte sean evidencia de los niveles normales de concentración de estos en el agua de mar, indicando que el proceso de transporte mediante Wellboat, no significa una fuente significativa de contaminación química al ambiente. Empero, cabe considerar que este monitoreo se realizó en tramos cortos de viaje y que sólo se consideró la posible contaminación originada por la carga de los wellboat y no los posible impactos derivados directamente de la embarcación como antifouling, desechos generados, etc.

Con relación a los parámetros de terrenos, es posible apreciar un aumento de temperatura y pH en aproximadamente un punto para la embarcación perteneciente a la Empresa 1, en relación a los niveles medidos al comienzo del muestreo. Por su parte los niveles de pH y temperatura de la embarcación perteneciente a la Empresa 2 se mantuvieron constantes durante todo el período de muestreo. Para el caso de la temperatura es conveniente señalar que se contó con un día muy soleado durante el monitoreo de la Empresa 1, aumentando la temperatura ambiental a medida que transcurría el día, lo que no ocurrió para el caso del monitoreo de la Empresa 2, que se contó con un día nublado, todo lo cual pudo haber influido en los resultados finales obtenidos. Sin embargo lo anterior, cabe destacar que, por su parte, los valores de pH obtenido, de 7,8 y una variación de entre 7,4 a 8,3 para los wellboat de la Empresa 2 y de la Empresa 1, respectivamente, se encontrarían dentro del rango propuestos como límites para agua de mar en el “proyecto definitivo de norma de calidad primaria para la protección de las aguas marinas”, en lo que dice relación con aguas de uso recreacional con contacto directo (6,5 a 8,5 unidades de pH). Por otro lado, la temperatura registrada en ambas embarcaciones se encuentra dentro de los rangos normales reportados para la zona y bajo el máximo permisible en el antes citado proyecto de norma (<30 °C).

**A modo de consideraciones adicionales, cabe señalar lo siguiente:**

- No se puede dejar de considerar que las aguas costeras y estuarinas no pueden ser caracterizadas como un solo compartimento homogéneo, existiendo diferencia incluso en subáreas dentro de estos (ECETOC, 2001), por lo que se hace necesario, como procedimiento de buenas prácticas, generar mecanismos de auto control para los wellboat según las rutas a seguir, con tal de evitar impactos derivados de sus actividades.
- A lo anterior se debe sumar la posibilidad futura de que los wellboat comiencen a operar en cuerpos de aguas dulce, los cuales poseen una dinámica muy diferente a las estuariales y/o marinas como las aquí monitoreadas. En general el agua de mar posee una fuerza iónica más fuerte y una composición inorgánica y pH (7.8 a 8.2 unidades. de pH) relativamente más constantes comparada con las aguas continentales superficiales (ECETOC, 2001).

- Se hace necesario poder evaluar alguna embarcación con sistema de transporte cerrado, considerando un trayecto de transporte largo, respecto de los trayectos normalmente realizados, con el fin de estimar los posibles impactos de este tipo de proceso.
- Se recomienda realizar monitoreos microbiológicos de los posibles impactos derivados de este modelo de transporte. Antecedentes previos señalan la transmisión horizontal de microorganismos en wellboat de tipo abierto, como uno de los mayores riesgos asociados a este tipo de transporte (Joint Government/Industry Working Group, 2002; Scotland Aquaculture Hhealth Joint Working Group 2003).
- Se evidencia la carencia de normativas específicas que reglamenten la actividad de transportes mediante Wellboat, lo cual puede realizarse en base a un “código de buenas prácticas” que se incluya en los sistemas de gestión ambiental de las empresas del rubro”. Un ejemplo al respecto lo constituye el “Code of practice to avoid and minimise the impact of infectious salmon anemia (ISA)” publicado por el Joint Government/Industry Working Group (2000) de Escocia, donde se incluye un ítem completo sobre procedimientos para minimizar riesgos derivados de los actividades de los wellboat. En Chile, Fundación Chile (2003) ha desarrollado y publicado un documento de “buenas prácticas” destinado a la actividad de los centros de cultivos de salmonidos en Chile, el cual sin embargo, no incluye las actividades realizadas por los wellboat, debido probablemente a lo reciente que dicha actividad ha comenzado a desarrollarse en el país.

### 4.3 Referencias

APHA, AWWA & WEF (1998). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. 20<sup>th</sup> Ed.. Clesceri, L.S., Greemberg, A.E and Eaton, A.D. eds.

Costa pierce, B. (1996). Chapter 4; *Environmental Impacts of Nutrients from aquaculture: Towards the evolution of sustainable aquaculture systems*. En: Braid, D.J., Beveridge, M.C., Kelly, L.A. & Muir, L.A. Eds. *Aquaculture and Water Resource Management*. Blackwell Science, Inc. Cambridge, USA. Pgs. 81-113.

ECETOC (2001) *Risk assessment in marine environments*. Technical Report N°82. Brussels, Belgium. 140 p.

Fundación Chile (2003) *Código de buenas práctica*. Fundación Chile eds. Santiago, Chile. 90 p.

Goldman, J., Tenore, K. & Stanley, H. (1973). *Inorganic nitrogen removal from wastewater: effect on phytoplankton growth in coastal marine waters*. *Sciencia*. 180; 955-956.

Gowen, R. & Bradbury, N. (1987). *The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review*. *Oceanography and Marine Biology, an Annual Review*. 25; 563-575.

INN, (1997). NCh 411/10.Of97; *Calidad de Agua – Muestreo – Parte 10: Guía para el muestreo de aguas residuales*. Instituto, Nacional de Normalización (INN). 17 p.

Joint Government/Industry Working Group (2002). *Final Report on Infectious Salmon Anaemia (ISA) in Scotland*. Published by the Scottish Executive. Aberdeen, Scotland. 142 p.

Ministerio de Defensa Nacional (1992) *Reglamento para el control de la contaminación acuática*. D.O. n° 34.419, del 18 de noviembre de 1992, Sunsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa Nacional, República de Chile.

Ministerio Secretaría General de la República (2000). *Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales*. D.S. 90 del 30 de mayo del 2000, publicado en el diario oficial el 7 de mayo del 2001. Ministerio Secretaría General de la República, República de Chile.

Schinler, D. (1978). *Factors regulating phytoplankton production and standing crop in the world's freshwater*. *Limnology and Oceanography*. 23; 478-486.

Scotland Aquaculture Hhealth Joint Working Group (2003). *Final Report on Infectious Pancreatic Necrosis in Scotland*. Aberdeen: Fisheries Research Services. 90p.

**4.4 Figuras**



***Fig. 1: Embarcación Empresa 1 (Bahía Ilque-Puerto Montt)***



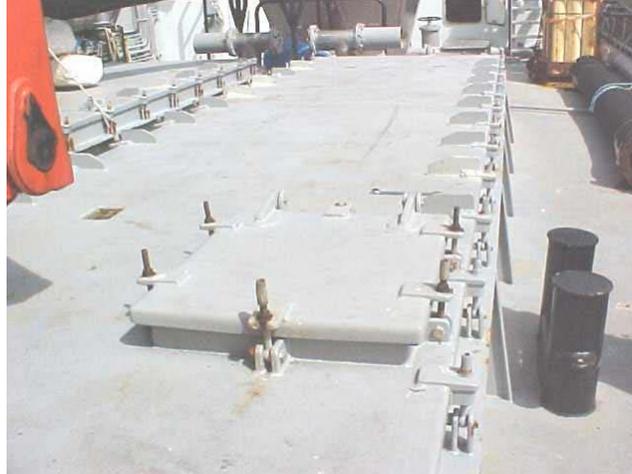
***Fig. 2: Embarcación Empresa 2 (Tepua-Chiloe)***



**Fig 3: Procedimientos de carga en centro de cultivo en San Luis**



**Fig 4: Estanque derecho de carga para el transporte de biomasa de la embarcación de la Empresa 1**



***Fig. 5: Escotilla del estanque derecho de carga para el transporte de biomasa de la embarcación de la Empresa 1***



***Fig. 6 Centro de engorda de isla Alao – Chiloe.***



***Fig 7: Estanque de carga para el transporte de biomasa de la embarcación de la Empresa 2***



***Fig. 8: Escotilla del estanque de carga para el transporte de biomasa de la embarcación Empresa 2***



***Fig. 9: Labores de Carga de biomasa en embarcaciones de transporte - Wellboat***

*Cristián Riquelme*  
**Biólogo Marino**  
**Laboratorio de Química Ambiental**

*Martín Fox*  
**Jefe Laboratorio**  
**de Química Ambiental**

***“ Este informe no puede ser reproducido en forma parcial “***

## ANEXO 8

### Descripción y clasificación las embarcaciones utilizadas para el traslado de peces vivos en la industria salmonicultora del país



FONDO DE INVESTIGACIÓN  
PESQUERA



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS  
VETERINARIAS Y PECUARIAS

**Descripción y clasificación las embarcaciones utilizadas para el traslado de peces vivos en la industria salmonicultora del país**

## Clasificación de Wellboat

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

- Criterio 1: Tipo de barco
  1. Acondicionado: reacondicionado para realizar el transporte de peces vivos.
  2. Construido: barcos construidos específicamente para el transporte de peces vivos.
- Criterio 2: 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 CO<sub>2</sub>, eliminación de espuma y enfriamiento del agua.
- Criterio 3: 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.
- Criterio 4: Sistema de Monitoreo
  1. Gases disueltos
  2. Temperatura
- Criterio 5: Tipo de Servicio Prestado
  1. Cosecha
  2. Transporte Smolt
  3. Transporte de Objetos

## Observaciones

Del total de 12 embarcaciones descritas en el catastro, 8 contestaron las encuestas. Los motivos de la falta de respuesta de las 4 embarcaciones restantes se describen a continuación:

- i.- Una nave no estaba operativa a la fecha de la realización de la encuesta, ya que se encontraba en astillero en reparaciones.
- ii.- Otra embarcación no fue contactada, debido a que la fecha de inicio de operaciones de ella (Agosto 2003) fue posterior al inicio de la ejecución de la encuesta, y por lo tanto no fue considerada dentro de la programación inicial.
- iii.- Una empresa se automarginó por su falta de disposición a la entrega de información, pese al compromiso de confidencialidad de información asumido por la Universidad.
- iv.- No se recibió respuesta de una empresa, a pesar de que inicialmente comprometió su participación.

Se debe aclarar un punto importante, referente a los procedimientos de limpieza y desinfección para cada operación realizada por los wellboat encuestados. Ellos no fueron utilizados como factores para la clasificación de las embarcaciones, debido a que, como se menciona en la Metodología, para elaborar una buena clasificación deben ser consideradas variables que cumplan con ciertos aspectos. Primero, que los valores que se puedan obtener como respuesta, sean limitados en número para evitar la generación de un número excesivo de estratos de clasificación (de no ser así cualquier clasificación que se intentara podría llevar a confusiones). Un segundo aspecto a considerar es que las variables elegidas deberían generar en lo posible categorías excluyentes entre sí, de forma tal que los estratos resultantes no posean áreas de intersección que confundan la interpretación de los resultados. Entonces, como ninguno de estos dos aspectos se pueden lograr con variables que caractericen los procedimientos de limpieza de superficies y maquinarias de los wellboat encuestados; ya que son más bien descriptivos y muy diferentes de una embarcación a otra, la información se entrega en las encuestas anexadas en este informe. Cabe destacar, que dicha información fue analizada ampliamente dentro del desarrollo de los restantes objetivos específicos.

## Catastro de embarcaciones

El número de embarcaciones utilizadas para el transporte de peces vivos operativas actualmente en el país, es de 12 naves distribuidas en 8 empresas como lo indica el siguiente esquema:

1. Empresa A: 4 embarcaciones
2. Empresa B: 1 embarcación
3. Empresa C: 1 embarcación
4. Empresa D: 2 embarcaciones
5. Empresa E: 1 embarcación
6. Empresa F: 1 embarcación
7. Empresa G: 1 embarcación
8. Empresa H: 1 embarcación

El catastro es presentado en forma codificada (empresas y embarcaciones), debido a requerimientos de manejo confidencial de la información, solicitados por las empresas encuestadas. El detalle de dicho catastro se muestra en el Cuadro 1, donde se consideran el nombre de la empresa propietaria de la nave y datos relacionados con la antigüedad y con aspectos físicos de las embarcaciones.

**CUADRO 1. Catastro de Embarcaciones**

N°	Empresa	Embarcación	Año Botadura	TRG (Tonelaje de Registro Grueso)	N° Estanques de Transporte	Transporte de Biomasa (Toneladas)	Tipo de Sistema de Circulación de Agua (SCA)
1	A	I	1983	240	2	40	Abierto
2	A.	II	1985	298	2	52	Abierto
3	A	III	2002	509	2	75	Abierto
4	A	IV	2003	N/D	2	90	Abierto
5	B	I	2002	536	2	30	Abierto y Cerrado
6	C	I	1967	330	2	105	Abierto y Cerrado
7	D	I	1966	357	6	40	Abierto
8	D	II	1967	133	4	N/D	Abierto
9	E	I	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
10	F	I	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
11	G	I	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
12	H	I	2003 <sup>(1)</sup>	N/D	2 <sup>(1)</sup>	78 <sup>(1)</sup>	Abierto y Cerrado <sup>(1)</sup>

N/D: Información No Disponible

Fuente: Encuestas contestadas por empresas propietarias de cada embarcación de transporte de peces vivos

<sup>(1)</sup> Artículo de prensa de [www.aqua.cl](http://www.aqua.cl).

Respecto a los registros de la Gobernación Marítima de la Armada de Chile, en el Cuadro 2 se entrega un resumen acerca de la información para las embarcaciones wellboat operativas en el país. Es importante señalar que en estos registros, no se hace mención alguna acerca de la especificidad de estas naves, con relación a su actividad como medio de transporte de peces vivos.

**CUADRO 2.** Información de los registros de la Gobernación Marítima de la Armada de Chile

EMBARCACIÓN	DISTINTIVO DE LLAMADA	TIPO GENERAL DE NAVE	TIPO ESPECIAL DE NAVE	PUERTO DE OPERACIONES	TRG	ARMADOR
PATAGON I	CB 7676	Buque Flota Mercante	Lancha	Pto. Cisnes	240	José Bertoldo Aguilera
PATAGON II	CB 6540	Buque Flota Mercante	Buque Carga General	Pto. Montt	236	Adriazola Patagonia Travelling Service
PATAGON III	CB 6924	Buque Flota Mercante	Buque Carga General	Pto. Montt	509	Patagonia Travelling Service
PATAGON IV	CB 7846	Buque Flota Mercante	Buque Carga General	N/D	N/D	Patagonia Travelling Service
JON FINNSON	N/D	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Chonchi	536	Marine Harvest
ANA CRISTINA	CB 4032	Buque Flota Pesquera	Barco Pesquero	San Vicente	330	Compañía Pesquera Camanchaca
CHACABUCO III	CB 2806	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	357	Altamarine Service
BALLESTAS	CB 2526	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	132	Altamarine Service
FRANZ	CB 2349	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	285	Constantino Kochifas Cárcamo
JULIETA	CB 7147	Buque Flota Mercante	Buque Cabotaje	Puerto Montt	612	Detroit Diesel Mtu-Allison, Chile
MAGDALENA I	CB 5043	Barco Pesquero	N/D	N/D	567,8	Pesquera Nacional S.A.
DON ANTONIO	CB 7791	N/D	Buque Carga General	N/D	660	Pesca Chile S.A.

N/D: Información No Disponible

Fuente: Control Local de Inspección de Naves (CLIN), Gobernación Marítima, Armada de Chile

## Descripción de las embarcaciones

Mediante las encuestas, se recopilieron datos de ocho de las doce embarcaciones operativas en el país. De este grupo, el 75% son barcos acondicionados (reacondicionados) para cumplir con el servicio de transporte de peces, y el 25% ellos son barcos fabricados específicamente para estos fines.

En el Cuadro 3, se puede observar que la mayoría de los barcos operativos tiene un sistema abierto respecto a la circulación de agua (proa-popa) en los estanques o bodegas donde se transportan los peces.

**CUADRO 3**

**Número de naves por sistema de circulación de agua según el tipo de barco.**

Tipo de Barco	Sistema de Circulación de Agua		Total general
	Abierto	Abierto y Cerrado (Mixto)	
Acondicionado	4	2	6
Construido	2	0 <sup>vii</sup>	2
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

<sup>vii</sup> En el mes de agosto del 2003 entró en operación una nueva embarcación construida específicamente como wellboat con sistema de circulación de agua mixto.

Los barcos con sistema abierto de circulación de agua, a diferencia de los wellboat con sistema mixto (abierto y cerrado), no cuentan con sistemas de tratamiento de agua (ver Cuadro 4).

**CUADRO 4**

<b>Número de naves por posesión de sistema de tratamiento de aguas según el sistema de circulación del agua.</b>			
<b>Sistema Circulación de Agua</b>	<b>Tiene Sistema de Tratamiento de Agua</b>		<b>Total general</b>
	<b>No</b>	<b>Si</b>	
<b>Mixto</b>	0	2	<b>2</b>
<b>Abierto</b>	6	0	<b>6</b>
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

Situación similar ocurre con los sistemas de enfriamiento del agua. Los dos barcos con sistema de circulación de agua mixto, poseen un sistema de enfriamiento del agua (ver Cuadro 5).

**CUADRO 5**

<b>Número de naves por posesión de sistema de enfriamiento de aguas según el tipo de sistema de circulación de agua</b>			
<b>Sistema de Circulación de Agua</b>	<b>Tiene Sistema de Enfriamiento de Agua</b>		<b>Total general</b>
	<b>No</b>	<b>Si</b>	
<b>Mixto</b>	0	2	<b>2</b>
<b>Abierto</b>	6	0	<b>6</b>
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

Como se puede apreciar en el Cuadro 6 todos los barcos, independientemente del tipo de sistema de circulación de agua que posean, tienen algún sistema de oxigenación de los estanques o bodega de transporte de peces vivos.

**CUADRO 6**

<b>Número de naves por posesión de sistema de oxigenación de aguas según el tipo de barco</b>			
<b>Sistema de Circulación de Agua</b>	<b>Tiene Sistema de Oxigenación de Agua</b>		<b>Total general</b>
	<b>Si</b>	<b>No</b>	
<b>Mixto</b>	6	0	<b>6</b>
<b>Abierto</b>	2	0	<b>2</b>
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

En el Cuadro 7 aparece reflejada la diferencia en la densidad de transporte de peces vivos, según 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 (densidad); debido a la posibilidad de disminución de temperatura del agua de los estanques a través de un sistema de enfriamiento.

**CUADRO 7**

**Densidades de transporte mínimas y máximas por sistema de circulación de agua**

Sistema de Circulación de Agua	Biomasa kg/m <sup>3</sup>	
	Mín	Máx
Mixto	85	305
Abierto	108	129

Según las encuestas procesadas, todos los barcos operativos tienen un sistema de monitoreo de las condiciones del medio donde son transportados los peces vivos (ver Cuadro 8), y el 100% de estas embarcaciones cuentan con registros de este proceso de monitoreo (ver Cuadro 9).

**CUADRO 8**

**Número de naves por existencia de sistema de monitoreo de peces según el sistema de circulación de agua**

Sistema de Circulación de Agua	Sistema Monitoreo de Peces		Total general
	Si	No	
Mixto	6	0	6
Abierto	2	0	2
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

**CUADRO 9**

**Número de naves por existencia de registros de monitoreo de peces según el sistema de circulación de agua**

Tipo de Barco	Registros de Monitoreo Peces		Total general
	Si	No	
Mixto	2	0	2
Abierto	6	0	6
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

Respecto a lo anterior, los parámetros de concentración de oxígeno ([O<sub>2</sub>]), pH y temperatura son monitoreados en todos los barcos, independiente de su sistema de circulación de agua. Para el parámetro concentración de dióxido de carbono ([CO<sub>2</sub>]), se observa que de las encuestas procesadas, el 100% de las embarcaciones con sistema mixto lo monitorean, mientras que sólo el 33% de las que cuentan con sistema abierto lo hacen (Cuadro 10).

**CUADRO 10**

**Número de barcos por variable monitoreada según sistema de circulación de agua**

Tipo de Barco	Variables Monitoreadas			
	[O <sub>2</sub> ]	pH	[CO <sub>2</sub> ]	Temperatura
Mixto	2	2	2	2
Abierto	6	6	2	4
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Respecto al sistema de carga y descarga de peces (Cuadros 11 y 12), los barcos construidos como wellboat, cuentan con sistemas de vacío y presión positiva en los estanques o bodegas, además de las bombas de vacío.

**CUADRO 11**

**Número de naves por tipo de carga de peces según el tipo de barco**

Tipo de Barco	Tipo de Carga				Total General
	Redes	Bombas de Vacío	Vacío en Bodega	Quechón húmedo	
Acondicionado	0	4	0	2	6
Construido	0	2	2	0	4
<b>Total General</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>

**CUADRO 12**

**Número de naves por tipo de descarga de peces según el tipo de barco**

Tipo de Barco	Tipo de Descarga				Total General
	Redes	Bombas de Vacío	Presión Positiva en bodega	Quechón húmedo	
Acondicionado	2	4	0	0	6
Construido	0	2	2	0	4
<b>Total General</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>10</b>

Cabe mencionar, que en la carga y descarga de peces hay otra serie de factores o procedimientos que son empleados y que difieren de un barco a otro, por ejemplo, las maniobras que se realizan con el llenado de estanques de “lastre” (estanque de proa) para obtener un mejor ángulo de inclinación para el vaciado de las bodegas. Según los resultados, la mayoría de las embarcaciones (6 de las 8 encuestadas) presta servicios de transporte de peces vivos a otras empresas (más de una empresa). Las empresas salmoneras hoy recurren mayoritariamente a empresas de servicio y no invierten en sus propias embarcaciones (Cuadro 13).

**CUADRO 13**

**Número de naves por prestación de servicios a empresas diferentes de la propietaria según el tipo de barco**

Tipo de Barco	Presta servicios a otras empresas		Total general
	No	Si	
Acondicionado	2	4	6
Construido	0	2	2
<b>Total general</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

Con relación al servicio de transporte, en el Cuadro 14 se puede observar que todos los barcos encuestados realizan más de un tipo de servicio. El 100 % de los wellboat hacen traslados de peces vivos de cosecha y de smolts, independiente de la clase de embarcación (acondicionada o construida como wellboat). Solamente las embarcaciones menos especializadas desde el punto de vista de diseño inicial (acondicionadas) dedican parte del tiempo a transportar carga distinta a peces vivos, que generalmente son objetos tales como redes, alimentos y artículos inanimados en general.

**CUADRO 14**

**Número de naves por tipo de servicios que presta según el tipo de barco**

Tipo de Barco	Tipo de Servicios		
	Cosecha	Transporte de smolts	Transporte de objetos
Acondicionado	6	6	3
<b>Construido</b>	2	2	0
<b>Total General</b>	8	8	3

En el Cuadro 15 se describe la tripulación de las embarcaciones encuestadas, es importante notar la existencia de un cargo que está relacionado específicamente con el manejo de los peces transportados, denominado “fishmaster”. Dicho cargo, es ocupado en la mayoría de los casos por un profesional o técnico que ha recibido capacitación especial acerca del monitoreo y control de los parámetros fisiológicos de los peces.

**CUADRO 15**

Empresa	Nave	Número de tripulantes total y relacionada con maniobra de peces según embarcación						
		Capitán	Piloto	Maniobras	Apoyo Maniobras	Traslado de peces “Fishmaster”	Motorista	Cocinero
A	I	1	1	1	1	1	1	1
A	II	1	1	1	1	1	1	1
A	III	1	1	1	1	1	1	1
A	IV	1	1	1	1	1	1	1
B	I	1	1	1	5	1	3	1
C	I	1	1	1	2	1	1	1
D	I	1	1	1	s.i.	1	1	1
D	II	1	1	1	s.i.	1	1	1

s.i.: sin información

**ANEXO 9**

**Encuesta de Evaluación de las Medidas de Mitigación**

**ENCUESTA**

**EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN ASOCIADAS A  
LOS PELIGROS AMBIENTALES Y SANITARIOS DE MAYOR  
RIESGO EN EL TRASPORTE DE PECES VIVOS UTILIZANDO  
WELLBOAT Y LA OPERACIÓN DE VIVEROS FLOTANTES**

**PROYECTO N° 2002 - 23**

**“ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA OPERACIÓN DE VIVEROS FLOTANTES Y BARCOS DE TRANSPORTE  
DE PECES VIVOS DE SALMÓNIDOS”**

## **1) ANTECEDENTES GENERALES**

### **i. Wellboat**

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 (Luco et al., 2001).

Una definición más simple indica que un wellboat es una embarcación con uno o más estanques, capaz de transportar peces vivos (Rommel, 2000). De acuerdo a las respuestas de las encuestas realizadas en este Proyecto, el 75% de las embarcaciones (considerando 8 como universo total) posee dos estanques o bodegas de carga para transportar peces vivos. El otro 25% (2 naves) posee más de 4 estanques.

Actualmente los wellboat operativos en el país, son mayoritariamente de tipo abierto y en menor cantidad de tipo cerrado.

### **ii. Viveros Flotantes**

Los viveros flotantes en nuestro país, corresponden a un lugar físico y con infraestructura necesaria para la recepción y acopio de peces vivos provenientes de diferentes centros de cultivo de salmónidos, con el objetivo de ser faenados. Por lo general, la infraestructura incluye balsas-jaulas similares a las utilizadas en centros de cultivo. El vivero se ubica generalmente muy cercano a la planta de procesamiento, lo cual puede también significar incrementar los riesgos dependiendo el tiempo que los peces se encuentran en éstos y de las densidades de peces acopiadas.

Las instalaciones de un vivero flotante, pueden además opcionalmente contar con bombas utilizadas para trasladar los peces desde las balsas-jaula a tierra, donde se realiza el proceso de matanza en una estructura móvil o fija, dependiendo de la modalidad utilizada por las diferentes empresas

## **2) PELIGROS SANITARIOS Y AMBIENTALES**

De los valores obtenidos en el estudio es posible concluir que como modelo general de transporte de peces vivos, los peligros más importantes son:

- Sanitarios: diseminación de las enfermedades ISA e IPN.

- Ambiental: diseminación de Marea Roja en primer lugar, seguido por la contaminación orgánica en segundo lugar.

### 3) MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En general las medidas de mitigación se pueden clasificar en los siguientes ámbitos:

- i. Vigilancia sanitaria y ambiental.
  - i) Sistema de detección temprana.
    - (1) Vigilancia Activa para enfermedades de alto riesgo.

En base a los procedimientos establecidos en la Resolución N°61 del 24 de enero del 2003 (Programa Sanitario Específico de Vigilancia Activa para Enfermedades de Alto Riesgo). También se debe considerar el monitoreo de las enfermedades en especies silvestres.
    - (2) Monitoreo de Marea Roja.

Se debe contar con una red de estaciones que represente todas las zonas donde existan centros de cultivo, centros de engorda y de reproducción, tanto de peces como otras especies.
    - (3) Monitoreo de parámetros ambientales (materia orgánica)
  - ii) Sistema de denuncia
    - (1) Atención de denuncias de sospecha de enfermedades.
    - (2) Atención de denuncias de presencia de marea roja y casos de salud pública.
- ii. Control de Movimientos
  - i) Registro movimiento de wellboat.
    - (1) Registro histórico de movimientos de wellboat.
    - (2) Sistema de registro y visación de documentos como Guía de Despacho, Certificado de Salud para Transporte de Peces Vivos.
    - (3) Sistema registro de rutas diarias vía transmisión de posicionamiento por GPS de wellboat.
  - ii) Restricción de movimiento de wellboat
    - (1) Restricción entre zonas sanitarias
    - (2) Restricciones entre zonas de marea roja
    - (3) Restricciones para centros de producción con presencia de enfermedades de alto riesgo.

- iii. Control y Erradicación de Enfermedades  
Programa oficial de control y erradicación de enfermedades.
  
- iv. Bioseguridad
  - i) Procedimientos de transporte de peces vivos.
  - ii) Procedimientos de limpieza y desinfección de medios de transporte
  - iii) Procedimientos de limpieza y desinfección de viveros flotantes o centros de acopio de peces.
  
- v. Zonificación
  - i) Sanitaria:  
Corresponde a la delimitación de zonas geográficas o hidrográficas en función de la presencia o ausencia de enfermedades de alto riesgo y/o de su agente causal.
    - (1) Zona libre de enfermedad
    - (2) Zona en erradicación de enfermedad
    - (3) Zona en control de enfermedad
  - ii) Ambiental  
Corresponde a la delimitación zonas geográficas o hidrográficas en función de la presencia o ausencia de organismos responsables del fenómeno de marea roja.
    - (1) Zona libre de marea roja
    - (2) Zona con riesgo de marea roja.
    - (3) Zona en presencia de marea roja.
  
- vi. Centro o Sistema de Información de Movimiento de Peces Vivos o Productos de Riesgo.  
Se debe implementar un centro o sistema de información que permita:
  - i) Capturar y registrar toda la información relevante proveniente de los sistemas de vigilancias sanitaria y ambiental, posicionamiento o rutas diarias de wellboat, ubicación geográfica de centros de producción y plantas.
  - ii) Sistema de información geográfica

#### 4) CRITERIO DE EVALUACIÓN

##### i. Importancia de la Medida

Las medidas de mitigación deben ser clasificadas en cuanto a la importancia de ellas en el logro del objetivo planteado, en este caso, minimizar el riesgo de diseminación de enfermedades de alto riesgo y de marea roja.

Cuadro N°1

Escala de Importancia de las Medidas

Cualitativa	Cuantitativa
Importancia alta	4
Importancia media	3
Importancia baja	2
Sin importancia	1

##### ii. Factibilidad Técnica

Las medidas de mitigación deben ser técnicamente factibles de implementar por el sector privado (centros de engorda, wellboat, viveros y plantas de procesamiento) y el público (servicio sanitario competente).

Cuadro N°2

Escala de Factibilidad Técnica

Cualitativa	Cuantitativa
Factibilidad técnica alta	4
Factibilidad técnica media	3
Factibilidad técnica baja	2
Sin factibilidad técnica	1

##### iii. Factibilidad Administrativa

Es la factibilidad de contar con el marco legal, operativo y administrativo para implementar las medidas por parte del sector privado y público.

Cuadro N°3

Escala de Factibilidad Administrativa

Cualitativa	Cuantitativa
Factibilidad administrativa alta	4
Factibilidad administrativa media	3
Factibilidad administrativa baja	2
Sin factibilidad administrativa	1

##### iv. Factibilidad Económica

En principio, la implementación de medidas de mitigación técnicamente factibles requiere previamente de un análisis costo/beneficio (CB). Un análisis CB debe

considerar tanto impactos (positivos y negativos) privados como los sociales o públicos.

Una medida tiene factibilidad económica en la medida que la relación costo/beneficio público-privado es igual o mayor que 1.

Cuadro N°4

Escala de Factibilidad Administrativa

Cualitativa	Cuantitativa
Factibilidad económica alta	4
Factibilidad económica media	3
Factibilidad económica baja	2
Sin factibilidad económica	1

## 5) EVALUACIÓN

Metodológicamente las medidas de mitigación propuestas en el punto 3 del presente documento, serán evaluadas en base a la opinión de expertos. Los expertos den utilizar las escalas definidas en los cuadros 1, 2, 3 y 4 del punto 4.

En el siguiente cuadro, se debe colocar el valor (escala cuantitativa) que estima el experto:

MEDIDA	IMPORTANCIA	F. TECNICA	F. ADMINIST.	F. ECONÓMICA
Vigilancia sanitaria y ambiental.				
▪ Vigilancia activa enfermedades				
▪ Monitero Marea Roja				
▪ Monitero Parámetro Ambientales				
Sistema Atención de denuncias				
Control de Movimiento				
▪ Registro histórico movimiento				
▪ Sistema registro y visación				
▪ Sistema registro rutas diarias				
▪ Restricción de movimientos				
Control y erradicación				
Bioseguridad				
Zonificación Sanitaria				
Zonificación Ambiental				
Centro o Sistema de Información				