



PROYECTO FIP N° 2004-54

INFORME FINAL

“BASES TECNICAS Y AMBIENTALES PARA LA ELABORACION DE UN PLAN
DE MANEJO Y REGLAMENTACION DE LA PESCA RECREATIVA EN LA
LAGUNA PARRILLAR”

**UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
DICIEMBRE, 2007**

Autores

Pablo Gallardo Ojeda, capturas y evaluaciones peces, (migraciones, períodos de desove, zonas de desove, estimación de edad, índice de condición, entre otras evaluaciones), estimación presión pesca furtiva, plan de manejo.

Ricardo Aguila Jofré, capturas, determinación parámetros abióticos, estimación de caudales, batimetría, temperatura y evaluaciones en terreno.

Rubén Roa Ureta, modelación y análisis estadístico (modelos de madurez sexual, de crecimiento, de longitud-peso, de fecundidad, y de mortalidad natural) y dinámica de poblaciones (estimación de abundancia y cálculo de éxito reproductivo).

Juan I. Cañete, análisis de contenido estomacal (dieta)

Carolina Miranda Flores, capturas, análisis de macrobentos, encuestas, caracterización de pescadores, zonificación, educación ambiental y gestión simple.

Carlos Olave, elaboración de mapas (georeferenciación) y participación en la identificación de la red hídrica de la cuenca y la zonificación

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto FIP N° 2004-54 “**Bases Técnicas y Ambientales para la Elaboración de un Plan de Manejo y Reglamentación de la Pesca Recreativa en la Laguna Parrillar**” tiene como objetivo general desarrollar las bases para manejar y reglamentar la pesca recreativa del *Salvelinus fontinalis* o trucha de arroyo que habita la Reserva Nacional “Laguna Parrillar”. En términos generales las actividades del proyecto se desarrollaron en base a las 21 visitas a terreno realizadas, más las entrevistas, reuniones y encuestas realizadas a los principales actores involucrados, siguiendo el esquema planteado en cada uno de los objetivos específicos y los resultados esperados.

La determinación de madurez sexual y edad al desove fue realizado mediante muestreos y análisis estadístico, planteando hipótesis nulas, como que, los machos y hembras de *Salvelinus fontinalis* maduran a los tres años de edad, igual que en el Hemisferio Norte. Sin embargo, tal aseveración fue refutada por los resultados, ya que la trucha de arroyo en la Laguna Parrillar, madura y desova cuando tiene 2 años de edad para los machos y 3 años para el caso de las hembras. Por otro lado, el número de ovas producido por cada hembra, fue también muy inferior a lo que acontece en otras latitudes, ya que se encontraron nidos con 10 a 100 ovas y se contabilizaron entre 700 y 800 ovocitos por cada hembra grávida analizada.

La relación longitud-peso es muy ajustada, ya que, lo que predice la talla, es muy cercano al peso real, con escasa dispersión. Esto sugiere que existe fuerte homogeneidad en la oferta de alimento en la población.

El éxito reproductivo se determinó de acuerdo a la ecuación de Euler-Lotka, donde el valor de r fue igual a 1,69, demostrándose que la población es viable reproductivamente y está aún en expansión. Las áreas de desove se determinaron gracias al buceo sistemático realizado en la laguna y en los principales tributarios en diferentes épocas del año, coincidiendo los lugares con los principales sitios de

pesca y esparcimiento de los visitantes. La prevalencia de hielo se determinó en base a las visitas de terreno durante los meses invernales, siendo el hielo permanente desde comienzos de mayo hasta comienzos de septiembre, tanto para la laguna como sus principales tributarios. Por otro lado, los caudales entrantes a la laguna son superiores durante los meses invernales que estivales en más de 4,5 veces. A su vez, el balance de masa de la cuenca de la laguna es 12,1 veces más alto en invierno que en verano y en general esto representa cerca de un 50% del aumento del nivel de la laguna durante cada invierno, el otro 50% lo aportan las precipitaciones.

Además, se logró constatar el tamaño de los saltos del Río San Juan, ubicados aguas abajo del desagüe del Río Desaguadero y por ello dar a conocer la imposibilidad de remontar río arriba de los salvelinos para retornar a la laguna. De esta forma, se descarta un posible comportamiento migratorio y sólo quedaría la posibilidad de una invasión de las truchas al Río San Juan, aún cuando se realizaron esfuerzos pesqueros en dicho cuerpo fluvial sin encontrar espécimen alguno de *Salvelinus fontinalis*.

No fue posible estimar la capacidad de carga de la laguna, debido a la escasa cantidad de análisis químicos y biológicos realizados sobretodo de clorofila a. Sin embargo, se realizó un exhaustivo buceo y caracterización del fondo y sus tributarios, además de análisis de macrobentos y determinación del índice de contenido estomacal, lo que permitió esbozar una preliminar evaluación de la capacidad de carga del sistema en base al alimento disponible. Lo más significativo fue la determinación de, que cerca del 60% del fondo de la laguna, no es apto para la supervivencia de las truchas debido a las características del substrato (Arcilla *limosa*). Por otro lado, se construyó una curva térmica anual para la laguna, la cual denota temperaturas muy alejadas del óptimo para la especie (10° a 18°C), presentándose cercanas a 0°C durante mayo y no más de 14°C durante enero.

En lo referido a abundancia, tanto para la laguna como para los principales tributarios, se realizaron análisis estadísticos que entregaron resultados de 1.496 peces para la laguna y 1.184 para su principal tributario el Chorrillo Hermoso. La distribución de talla es muy desigual, presentándose cerca del 60% de la población en el intervalo entre 10 y 20 cm de longitud total. Los salvelinos de Laguna Parrillar tienen un crecimiento tipo von Bertalanffy con un tasa alta de crecimiento ($K=0.82$) y pocas edades en la estructura de edad, y con los juveniles habitando el sector del afluente y los adultos la Laguna.

La investigación realizada en cuanto a las necesidades y gustos de los pescadores deportivos y recreativos que concurren a la laguna expresa que en un 100% corresponden a personas provenientes de Punta Arenas y se trata de pescadores cautivos por el lugar. En su mayoría la visitan en grupos pequeños de pescadores y no como agrupaciones o clubes, además el 74,5% utiliza el arte de pesca denominado spinning o tradicional, lo cual implica captura sin devolución. La laguna, para el 100% de los encuestados, posee como principal desventaja la escasa cantidad de peces de un tamaño atractivo para la pesca (superior a 1 kg).

Tomando en consideración la opinión de pescadores asiduos a la laguna, clubes deportivos de pesca y caza y autoridades relacionadas con el marco regulatorio de la laguna, fue posible realizar una zonificación, que básicamente separa en 4 zonas los dos cuerpos de agua (laguna Parrillar y chorrillo Hermoso), la primera zona se ubica en la parte alta del chorrillo Hermoso plenamente identificada como zona de desove, de baja afluencia de público, pero de alto tránsito de pescadores furtivos, en esta zona se deberá fiscalizar con mayor frecuencia, sobretudo en la época de desove, la segunda zona se ubica en el chorrillo Hermoso pero delimitada desde la portería de CONAF hacia la desembocadura, esta zona se caracteriza por ser una zona de desove y por presentar alta densidad de visitantes ya que incluye la zona de camping. La tercera y cuarta zonas involucran el desarrollo de línea de costa de la laguna, la tercera cercana a la desembocadura del chorrillo Hermoso, es identificada como una zona sólo de pesca con

devolución y la cuarta de pesca con spinning pero con delimitación de número de piezas extraídas, así como de su tamaño.

El Plan de Manejo propuesto en este informe principalmente se enmarca en poner énfasis en la fiscalización, sobretodo en las zonas y épocas de desove a fin de evitar la pesca ilegal de reproductores, ya que, imponer una veda total, sólo incentivaría aún más la pesca ilegal durante los meses de desove y por otro lado perjudicaría a los pescadores deportivos. Es necesario aumentar el control, de todos los organismos competentes en las áreas identificadas de desove, ya que es durante unos pocos meses (marzo a mayo) cuando los pescadores furtivos provocan el mayor daño a la población de salvelinos.

Por otro lado, es necesario aumentar el número de truchas reclutadas en cada temporada, para lo cual se sugiere implementar un Plan de Repoblamiento por medio de la captura de reproductores y su posterior desove, incubación y alevinaje en una piscicultura, para luego, ser liberados en forma paulatina dentro de la Reserva. Además se hace necesario, realizar una investigación de la presencia de una segunda especie salmónida en la laguna que ante las evaluaciones preliminares pudiese ser *Salvelinus namaycush* (trucha de lago).

Finalmente, en lo referido a los talleres educativos y de difusión, se realizaron laboratorios demostrativos de muestreos y manejo de truchas, a alumnos de enseñanza media, con el fin de transmitir la importancia de mantener los sistemas naturales estables, aún cuando, se sostenga una pesquería fluvial muy acotada. Con esto, se pretendió, no solo, cautivar a los alumnos, sino que, también ellos transmitan esto, en el seno de sus familias, ya que, la pesquería en Laguna Parrillar es una actividad familiar y/o individual y no a través de clubes de pesca y caza que organizan competencias.

2. INDICE GENERAL

	Pág.
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	2
2. INDICE GENERAL.....	6
3. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	7
4. INDICE DE ANEXOS.....	11
5. OBJETIVO GENERAL.....	12
6. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
7. ANTECEDENTES.....	14
8. METODOLOGIA DE TRABAJO.....	17
8.1 Transporte e Identificación de Lugares.....	18
8.2 Captura y Evaluación de Peces.....	19
9. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	26
9.1 Identificación de los puntos más importantes de la cuenca.....	26
9.2 Resultados por Objetivos específicos.....	35
Objetivo Específico 1.....	35
Objetivo Específico 2.....	59
Objetivo Específico 3.....	73
Objetivo Específico 4.....	110
Objetivo Específico 5.....	117
Objetivo Específico 6.....	121
Objetivo Específico 7.....	129
9.3 Autorización Pesca de Investigación.....	132
10. CONCLUSIONES.....	133
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	134
12. ANEXOS.....	139

3. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Pág.

FIGURAS

➤ Figura 1.- “Vista general de un ejemplar de <i>Salvelinus fontinalis</i> ”	16
➤ Figura 2.- “Vehículos utilizados en el proyecto Laguna Parrillar”	18
➤ Figura 3.- “Esquema de la escama de una trucha”	20
➤ Figura 4.- “Imagen Satelital de la Reserva Nacional Laguna Parrillar”	27
➤ Figura 5.- “Fotografía Río Desaguadero”	28
➤ Figura 6.- “Fotografía Río San Juan”	28
➤ Figura 7.- “Fotografía desembocadura Chorrillo Hermoso”	29
➤ Figura 8.- “Fotografía Primera Curva”	29
➤ Figura 9.- “Fotografía Segunda Curva”	30
➤ Figura 10.- “Fotografía Tercera Curva”	30
➤ Figura 11.- “Fotografía Caseta CONAF”	31
➤ Figura 12.- “Fotografía Bifurcación”	31
➤ Figura 13.- “Fotografía inicio Bosque”	32
➤ Figura 14.- “Fotografía Arroyo Oeste o Turba”	32
➤ Figura 15.- “Fotografía Cascada San Juan”	33
➤ Figura 16.- “Gráfico de proporción sexual en truchas de arroyo”	37
➤ Figura 17.- “Gráfico de talla predicho por von Bertalanffy”	39
➤ Figura 18.- “Gráfico estadístico de conteo de huevos”	41
➤ Figura 19.- “Gráfico de relación Índice Gonadosomático y madurez”	42
➤ Figura 20.- “Fotografía ovas trucha de arroyo”	45
➤ Figura 21.- “Fotografía de <i>S. fontinalis</i> sin fecundar”	46
➤ Figura 22.- “Dibujos identificación nidos en el tributario”	48
➤ Figura 23.- “Filmación de truchas en el Chorrillo Hermoso”	49
➤ Figura 24.- “Fotografía de Buceo en Chorrillo”	50
➤ Figura 25.- “Fotografía de congelamiento en la Laguna y sus tributarios”	54
➤ Figura 26.- “Fotografía viaje en vehículo excursión cascada”	56
➤ Figura 27.- “Fotografía viaje a través del bosque Río San Juan”	56
➤ Figura 28.- “Fotografía Cascada Río San Juan”	57
➤ Figura 29.- “Fotografía de la Cascada, parte Terminal”	58

➤ Figura 30.- “Fotografía Cascada, imagen de la pendiente al río”.....	58
➤ Figura 31.- “Fotografía obtención de datos de caudal y batimetría”.....	60
➤ Figura 32.- “Gráfico perfil batimétrico de la Laguna”.....	62
➤ Figura 33.- “Gráfico de curva de temperatura Laguna Parrillar”	67
➤ Figura 34.- “Dibujo de transectas realizadas para batimetría”.....	68
➤ Figura 35.- “Dibujo diferencias de profundidad en Laguna Parrillar”.....	70
➤ Figura 36.- “Dibujo tridimensional Laguna Parrillar”.....	70
➤ Figura 37.- “Dibujo proporción del fondo de la Laguna”.....	71
➤ Figura 38.- “Fotografía del desarrollo de pesca en Laguna y Chorrillo”..	74
➤ Figura 39.- “Fotografías muestreos de truchas en la Laguna”.....	74
➤ Figura 40.- “Fotografía de captura de salvelinos con red, Chorrillo”.....	75
➤ Figura 41.- “Fotografía de captura de salvelinos con mosca”.....	77
➤ Figura 42.- “Dibujo puntos de buceo para avistamiento en Laguna”.....	78
➤ Figura 43.- “Dibujo puntos de buceo para avistamiento en Chorrillo”....	79
➤ Figura 44.- “Dibujo de distribución y ángulo de avistamiento”.....	81
➤ Figura 45.- “Gráfico de mortalidad anual de truchas de arroyo”.....	84
➤ Figura 46.- “Gráfico modificado de captura y esfuerzo con caña”.....	85
➤ Figura 47.- “Gráfico comparativo de índice de condición entre hembras y machos de la Reserva Laguna Parrillar”.....	87
➤ Figura 48.- “Gráfico de promedio y desviación estándar del índice de condición por lugares”.....	88
➤ Figura 49.- “Gráfico de promedio y desviación estándar del índice de condición por meses”.....	88
➤ Figura 50.- “Gráfico de relación entre índice de condición y peso total”	89
➤ Figura 51.- “Gráfico de relación entre índice de condición y longitud Total”.....	89
➤ Figura 52.- “Gráfico captura de peces por sector”.....	90
➤ Figura 53.- “Gráfico longitud promedio y desviación estándar por sector”.....	91
➤ Figura 54.- “Gráfico peso promedio y desviación estándar por sector”	91
➤ Figura 55.- “Gráfico longitud pez / longitud escamas”.....	92
➤ Figura 56.- “Gráfico de talla versus la edad del pez”.....	93
➤ Figura 57.- “Gráfico de distribución porcentual por edad”.....	93

➤ Figura 58.- “Fotografía escama de macho”.....	94
➤ Figura 59.- “Fotografía escama de macho”.....	94
➤ Figura 60.- “Fotografía escama de macho”.....	95
➤ Figura 61.- “Gráfico frecuencia de talla y peso por sector”.....	97
➤ Figura 62.- “Gráfico modificado para peso y talla en salvelinos”.....	98
➤ Figura 63.- “Fotografía de vísceras para análisis contenido estomacal”.....	99
➤ Figura 64.- “Gráfico contenido estomacal por fecha y lugar”.....	102
➤ Figura 65.- “Fotografía Díptero”.....	104
➤ Figura 66.- “Fotografía Anfípodo”.....	104
➤ Figura 67.- “Fotografía Semilla Vegetal”.....	104
➤ Figura 68.- “Fotografía Molusco Gastrópodo”.....	104
➤ Figura 69.- “Gráfico contenido estomacal, por edad”.....	105
➤ Figura 70.- “Fotografía de anzuelo no permitido para la pesca deportiva”.....	116
➤ Figura 71.- “Fotografía de “gancho” utilizado para la captura de truchas”.....	116
➤ Figura 72.- “Dibujo Zonificación Reserva Laguna Parrillar”.....	120
➤ Figura 73.- “Fotografía de <i>S. fontinalis</i> capturado en el Chorrillo”.....	123
➤ Figura 74.- “Fotografía de <i>S. fontinalis</i> de apariencia diferente”.....	124
➤ Figura 75.- “Fotografía que muestra la diferencia entre dos truchas de arroyo capturadas en Laguna Parrillar”.....	125
➤ Figura 76.- “Fotografía de trucha de arroyo, de una coloración diferente”.....	126

TABLAS	Pág.
➤ Tabla 1.- “Coordenadas Laguna Parrillar”	14
➤ Tabla 2.- “Resumen actividades salidas a terreno”	17
➤ Tabla 3.- “Puntos geo referenciales más importantes”	26
➤ Tabla 4.- “Madurez sexual en salvelinos”	36
➤ Tabla 5.- “Talla y edad de madurez en <i>Salvelinus fontinalis</i> ”	40
➤ Tabla 6.- “Madurez de hembras en Laguna Parrillar”	43
➤ Tabla 7.- “Fecundidad”	43
➤ Tabla 8.- “Caudal de tributarios, Laguna Parrillar”	61
➤ Tabla 9.- “Antecedentes históricos del nivel de la laguna”	64
➤ Tabla 10.- “Antecedentes históricos parámetros Químicos”	65
➤ Tabla 11.- “Parámetros químicos óptimos para crecimiento”	65
➤ Tabla 12.- “Análisis químico Otoño 2006”	66
➤ Tabla 13.- “Análisis químico Otoño 2005”	66
➤ Tabla 14.- “Coordenadas de los puntos de la batimetría”	69
➤ Tabla 15.- “Datos de las capturas realizadas con red”	76
➤ Tabla 16.- “Datos de las capturas realizadas con caña mosquera”	76
➤ Tabla 17.- “Salvelinos estimados por captura y esfuerzo en franja de Laguna Parrillar”	83
➤ Tabla 18.- “Tamaño de la población de trucha en base a avistamiento”	86
➤ Tabla 19.- “Asignación de edad”	95
➤ Tabla 20.- “Modificación de potencia para la relación entre longitud y peso para truchas de arroyo en Laguna Parrillar”	96
➤ Tabla 21.- “Contenido estomacal de truchas capturas en Chorrillo”	100
➤ Tabla 22.- “Contenido estomacal de truchas capturadas en Laguna”	101
➤ Tabla 23.- “Identificación macrobentos de laguna y chorrillo”	106
➤ Tabla 24.- “Resumen de clubes participantes en encuesta”	113

4. INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1. “Datos totales de capturas en Laguna Parrillar”.

ANEXO N° 2. “Análisis Químicos”.

ANEXO N° 3. “Análisis contenido estomacal”.

ANEXO N° 4. “Tipos de encuestas realizadas”.

ANEXO N° 5. “Tabulación de encuestas”.

ANEXO N° 6. “Dibujo satelital de Zonificación”.

ANEXO N° 7. “Bibliografía antecedentes especies de truchas”.

ANEXO N° 8. “Carta Autorización Pesca Investigación”.

5. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar las bases científicas y técnicas que den soporte a la elaboración de un plan de manejo y reglamentación de la pesca recreativa del salvelino de arroyo en Laguna Parrillar.

6. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el período y lugares de desove de la población de salvelinos de la laguna, así como su éxito reproductivo. Determinar la factibilidad y ocurrencia de migraciones.

- Sobre un ciclo anual, determinar la variabilidad estacional de los caudales entrantes y salientes de la laguna, las temperaturas medias del agua, oxígeno disuelto, fósforo total, y clorofila a. Determinar la productividad esperada y la capacidad de carga de Laguna Parrillar en base a esta información.

- Sobre un ciclo anual, con muestreo estacional, determinar abundancias, distribuciones de tallas y pesos, relaciones longitud-peso, tasas de crecimiento, índice de condición, dieta, otras características poblacionales, y posibles limitantes al desarrollo de los salvelinos presentes en la laguna. Analizar la posibilidad de que hayan variaciones espaciales en la abundancia y condición de los peces.

- Estudiar las características, motivaciones y comportamientos de los pescadores, tanto deportivos como furtivos, que hacen uso de la laguna. Determinar la captura de salvelinos por unidad de esfuerzo de pesca deportiva. Determinar la presión de pesca furtiva.

- Zonificar Laguna Parrillar y su zona ribereña (y posiblemente sus tributarios, su desagüe y el tramo de río adyacente, en el caso del desove) en zonas de desove, áreas ambientalmente vulnerables, y áreas con diferentes usos (camping, etc.). Destacar aquellos que pudiesen ser potencialmente conflictivos.

- Proponer un plan integral de manejo, reglamentación, y fiscalización de la pesca recreativa en Laguna Parrillar y sus afluentes y desagüe (asumiendo que puede ocurrir desove en éstos últimos), basado en los resultados de los objetivos específicos 1.2.1 a 1.2.5 y en la información biológica disponible sobre el salvelino de arroyo.

- Proponer acciones en el campo de la educación ambiental, socialización y promoción de conductas ambientalmente sustentables, dirigidas directamente a los pescadores y sus familias, que visitan la laguna y la reserva forestal, así como a los habitantes de localidades vecinas. Socializar los resultados y propuestas que nazcan de este estudio.

7. ANTECEDENTES

Las actividades realizadas en el marco del desarrollo del proyecto “Bases técnicas y ambientales para la elaboración de un plan de manejo y reglamentación de la pesca recreativa en Laguna Parrillar”, se realizaron a cabo íntegramente al interior de la Reserva Nacional “Laguna Parrillar”, que corresponde a un área cuyos recursos naturales deben ser conservados y utilizados con especial cuidado, por la susceptibilidad que estos poseen, de sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar de la comunidad. (Cunazza et al, 1989); esta reserva cuenta con una superficie total de 18.814 hectáreas, divididas en zonas de camping, caminata, etc. En su interior se encuentra enmarcada la Laguna del mismo nombre con 970 hectáreas de superficie y 6.180 hectáreas de cuenca tributaria, rodeada de vegetación arbórea y que se encuentra a cargo de la Corporación Nacional Forestal, CONAF.

Tabla Nº 1: Punto exacto ubicación Laguna Parrillar

LUGAR	COORDENADAS		
	LATITUD Sur	LONGITUD Oeste	EXTENSION km ² (aprox.)
LAGUNA PARRILLAR	53°15`y 53°30`	71°15`y 71°20`	9,7

La laguna cuenta con 6 afluentes, de los cuales Chorrillo Hermoso y Río Dos son los que presentan mayor aporte, mientras que dispone de tan solo un efluente llamado Río Desaguadero, el que fluye hacia el río San Juan, para finalmente desembocar en el Estrecho de Magallanes (45 km en dirección Sudoeste). Estos cauces se caracterizan por caudales permanentes en las épocas de primavera, verano y otoño, pero en invierno, por la baja ostensible de temperatura, se congelan, especialmente en sus riberas, alcanzando espesores de hasta 30 cm.

En el interior de la Reserva Nacional, podemos encontrar una sola especie para pesca recreativa, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814) o Trucha de arroyo, presente tan solo, en la provincia de Aconcagua (V Región) y en Magallanes (XII Región); esta especie es originaria de América del Norte e inicialmente fue introducida en Argentina (San Carlos de Bariloche).

La trucha de arroyo es de la familia *Salmonidae*, que alcanza un tamaño promedio de 250 mm (530 mm como talla máxima), con escamas pequeñas y cicloideas (circulares). Su coloración es característica, su parte superior de color verde pálido, jaspeado con típicas manchas alargadas o irregulares de color amarillo verdoso. Los flancos son de color claro con borrones rojos generalmente con márgenes de azul intenso y la parte inferior del cuerpo es una tonalidad amarilla clara excepto en la época de reproducción, en la cual toma una coloración más bien rojo carmín. Las aletas pectorales, abdominal y anal son de un color que fluctúa del naranja al rojo, limitadas por un claro margen anterior blanco. Su alimentación se basa en insectos, crustáceos y en algunas oportunidades de pequeños peces. Esta especie se desarrolla mejor entre los 13.8° y 15.5° C de temperatura (DNR Michigan, 2001)

La trucha de arroyo desova principalmente en otoño, antes de producirse la congelación de los ríos y lagunas, donde se mantiene en perfecto estado por debajo de la capa de hielo (Chiodo, 1998). El tipo de sustrato requerido para desove es el que ofrezca grava suelta y limpia en lechos de ríos y riberas de lagos con abundante abastecimiento de corrientes ascendentes de agua rica en oxígeno (La Conte, 1997). El desove ocurre entre un macho y una hembra, aunque usualmente la concurrencia de machos es mayor en los sitios de desove (Scott and Crossman, 1985). La hembra deposita los huevos en un “nido” (hoyo) de unos 10 a 20 cm de profundidad y de unos 20 a 30 cm de diámetro. Luego que, los huevos son depositados en el nido, el macho adopta una posición de mantener a la hembra en el fondo del nido y ambos peces vibran intensamente, mientras las ovas y el semen son descargados simultáneamente (Scott y Crossman, 1985). Posteriormente la hembra mueve sus aletas para resuspender la grava, la que cae y queda depositada sobre los huevos (Everhart, 1961). Una hembra puede desovar entre 100 y 400 huevos dependiendo de su talla y edad (DNR Michigan, 2001).

El período total de incubación depende fundamentalmente, de la temperatura del agua, pero se estima que puede durar desde 1 mes a 12,8° C a casi 5 meses a 1,7° C, hasta que ocurra la eclosión, lo cual es un período levemente superior al de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y la trucha café (*Salmo trutta fario*) (Brown y Gratzek, 1980). Luego de la eclosión emerge un alevín con saco vitelino que se mantiene en el nido hasta que dicho saco sea absorbido completamente.

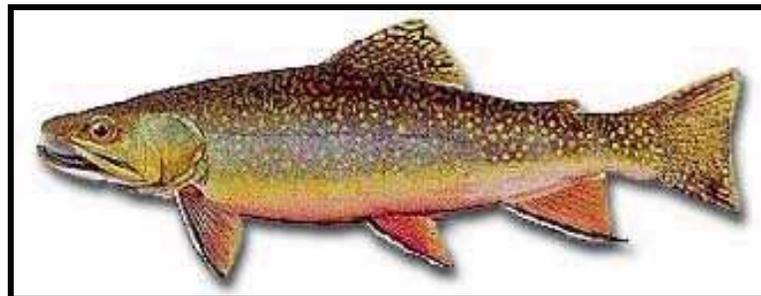


Figura Nº 1: Vista general de un *Salvelinus fontinalis* o trucha de arroyo.

8. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la realización del proyecto FIP 2004-54 “Laguna Parrillar” se realizó un total de 21 salidas a terreno, conformada, regularmente, por pescadores profesionales, asesores y técnicos en Recursos Acuáticos de la Universidad de Magallanes. Estos trabajos en terreno pueden ser resumidos de la siguiente manera:

Tabla Nº 2: Resumen de salidas a terreno.

Nº salida	Fecha	Objetivos
1	25-01-05	Identificación de los puntos relevantes de trabajo
2	06-03-05	Obtención de datos de caudal del Chorrillo Hermoso y Río Oeste.
3	02-05-05	Postura de estacas y desarrollo de pesca con mosca y arrastre.
4	21-05-05	Obtención de datos abióticos del sector.
5	30-05-05	Obtención de muestras de agua, pesca con mosca y búsqueda de nidos.
6	13-06-05	Desarrollo de pesca con red y spinning
7	19-07-05	Desarrollo de pesca con red.
8	05-10-05	Batimetría de la Laguna y pesca con mosca
9	04-01-06	Desarrollo de pesca con mosca, individualización de ejemplares de trucha.
10	11-01-06	Desarrollo de pesca con mosca, individualización de ejemplares de trucha.
11	17-01-06	Desarrollo de pesca con mosca
12	14-03-06	Desarrollo de pesca con mosca, individualización de ejemplares de trucha.
13	12-04-06	Buceo en Ch. Hermoso, Laguna búsqueda de nidos y datos poblacionales.
14	13-04-06	Buceo en Ch. Hermoso, Laguna búsqueda de nidos y datos poblacionales.
15	19-04-06	Buceo en Ch. Hermoso, Laguna búsqueda de nidos y datos poblacionales.
16	20-04-06	Buceo en Ch. Hermoso (bosque), búsqueda de nidos y datos poblacionales.
17	25-04-06	Expedición a Cascada.
18	12-05-06	Buceo en Ch. Hermoso (bosque), búsqueda de nidos y datos poblacionales.
19	13-05-06	Buceo en Ch. Hermoso, búsqueda de nidos y pesca con red
20	27-05-06	Buceo laguna, búsqueda de nidos y pesca con mosca en Ch. Hermoso.
21	22-06-06	Obtención de datos de caudal, búsqueda de nidos en Laguna.

8.1 Transporte e identificación de Lugares

El transporte tanto del personal como del equipo de trabajo al sector de la Reserva Nacional “Laguna Parrillar” se realizó en una camioneta Mitsubishi L-200 4x4 por la ruta 9 Sur para luego tomar la ruta Y620 recorriendo cerca de 50 km por un periodo aproximado de 60 minutos.

Como se apreciara más adelante, los sectores señalados en el proyecto, además de los procedimientos realizados durante el mismo, fueron registrados a través de una cámara digital marca Canon, modelo S30, de 3.2 mega píxeles de resolución; por otro lado, los puntos o sectores se lograron georeferenciar con la ayuda de un Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) marca Magellan modelo 4000XL.

Para el recorrido de sectores sin ruta de acceso, tales como: zona ribereña, tributarios, desagüe, cascada, tramos de ríos adyacentes y sitios de muy difícil acceso, se requirió el uso, de un vehículo cuatriciclo de doble tracción, marca Yamaha, modelo Kodiak. En lugares donde la forma más expedita de acceso era el agua, se utilizó un bote de 4,2 metros de eslora, 1.6 metros de manga, número de matrícula 1855, con capacidad para 4 personas y un motor fuera de borda marca Mercury, de 25 caballos de fuerza.



Figura Nº 2: Vehículos utilizados durante el desarrollo del Proyecto “Laguna Parrillar”

8.2 Captura y evaluación de peces

Durante todo el proyecto (16 meses) se realizaron 21 salidas a terreno con diferentes objetivos, entre los cuales estaba la captura, medición, marcaje, toma de registro de datos abióticos, exploraciones, etc. (Anexo 1). Para la captura de los salvelinos se utilizaron principalmente dos técnicas:

1) Captura con red

Se emplearon dos redes monofilamento de 1 y 3 pulgadas de abertura, 50 y 25 m de largo y 1.5 y 2 m de alto en forma de calado temporal 2 a 3 horas y de arrastre por el cauce de agua.

2) Pesca con mosca

Se empleó una caña mosquera N° 4, línea flotante y punta sumergida, con moscas N° 6 al 14 secas y semi-sumergidas (ninfas), además de streamer imitación peces pequeños y líderes 4x y 5x con terminación en punta de 0,12 mm.

Todos los peces capturados mediante los dos métodos eran dispuestos dentro de recipientes con agua fresca para luego ser anestesiados con BZ-20 ® , un producto comercial de Veterquímica a base de Etil p-aminobenzoato, para su posterior muestreo. En esa condición, los peces fueron medidos por medio de un ictiómetro de 0,1 cm de precisión y pesados mediante una balanza digital marca O´Haus de 0,1 g de precisión. Posteriormente fueron revisados para determinar madurez sexual, a través de masaje y coloración abdominal y edad, a través de la lectura de escamas. Esto debido, a que este método, es más exacto que la lectura de otolitos, además es más simple y rápido, aún cuando no se recomienda para especies de más de siete años (Machias et al 2002)

La extracción de escamas, se realizó a ambos lados de cada pez capturado, al final y bajo la aleta dorsal, justo donde pasa la línea lateral. Dichas escamas se extrajeron por medio de una pinza de punta plana y dispuestas en porta objetos. Luego, cada muestra fue rotulada, tapada y asegurada con cinta adhesiva transparente y toalla de papel, para su posterior lectura en el laboratorio de la Universidad.

Todas las muestras de escamas fueron realizadas por un solo lector, de esa forma se evitó posibles sesgos subjetivos. En el laboratorio, cada muestra fue lavada y puesta en un proyector de imagen Lanómetro SDL Internation limited a una resolución de 5X, donde fueron identificados y contados los annuli correspondientes, en triplicado. El lector de escamas interpretó circulis muy distanciados como épocas de verano y muy juntos como épocas de desove y/o invierno (annuli). Es importante destacar que la lectura de las escamas fue realizada de acuerdo al procedimiento descrito por Raney and Lachner (1946), Schemske (1974), Emery and Wallace (1974) y Stasiak (1978). La imagen típica de una escama con sus correspondientes annuli se puede ver a continuación:

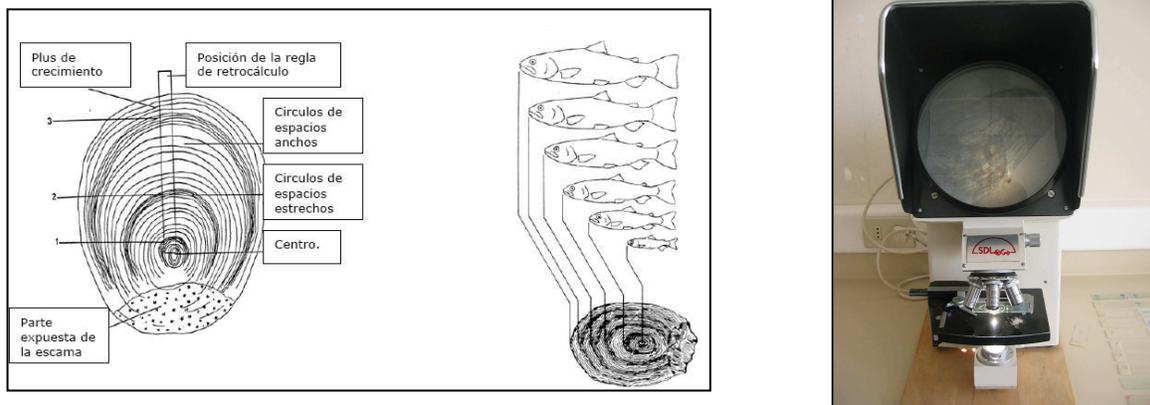


Figura Nº 3. Esquema de escama de una trucha y vista del equipo utilizado. Los círculos están ampliamente espaciados en verano y estrechamente en invierno; los últimos producen la banda invernal habitualmente llamada anillo. Extraído de:

<http://www.revistaaquatic.com/asociaciones/PirineosPesca/docs/anatomia.pdf>

De los peces capturados se sacrificaron diez, para analizar la madurez sexual de acuerdo a:

- a) Índice gonadosomático: Calculado como la fracción de peso total correspondiente al peso gonadal (Strange, 1996).
- b) Escala macroscópica del desarrollo gonadal: Escala Maduración relativa (Soto, 2002) que divide en seis los estadios por los que pasan las gónadas de los peces.

ESTADO 0 – Indeterminado: órganos sexuales muy pequeños, situados cerca de la columna vertebral. Gónadas transparentes, incoloras o grises. Huevos invisibles a simple vista.

ESTADO 1 – Inmaduro (Macho y Hembra): Testículos y ovarios opacos, con capilares sanguíneos apenas distinguibles. Ovarios color blanco-naranja de superficie ligeramente granulosa. Huevos no visibles a simple vista.

ESTADO 2 – En desarrollo (Macho y Hembra): Testículos blanco rojizos de estructura sólida. Ovario rojo-naranja. Huevos opacos, claramente visibles. Testículos y ovarios se extienden hasta la mitad de la cavidad abdominal.

ESTADO 3 – Madurando (Macho y Hembra): Testículos blancos y ovarios de color anaranjado intenso con ovas más desarrolladas. Testículos y ovarios se extienden hasta dos tercios de la longitud de la cavidad abdominal. Algunos huevos translúcidos y redondos.

ESTADO 4 – Maduros (Macho y Hembra): Ovarios de color anaranjado fuerte y testículos opacos de color blanco leche. Huevos o semen salen del poro urogenital al presionar el abdomen. Casi todos los huevos translúcidos con unos pocos opacos que quedan en el ovario. Los testículos y ovarios se extienden alcanzando hasta el extremo posterior de la cavidad abdominal.

ESTADO 5 – Después de la puesta parcial o total hasta la reabsorción (Macho y Hembra): Ovarios y testículos reducidos hasta cerca de la mitad de la cavidad abdominal. Paredes flojas. Los ovarios pueden contener huevos o restos opacos, maduros, en desintegración o reabsorción, oscurecidos o translúcidos. Testículos y ovarios sanguinolentos, flácidos y vacíos.

A continuación se presenta la metodología estadística para el cálculo de los modelos desarrollados en los resultados:

a) Ajuste de modelos de madurez sexual

Los datos de longitud y madurez sexual para cada sexo y fecha de muestreo fueron ordenados en conteos por categorías de tamaño de 5 cm, y sobre esos datos se realizó el ajuste de máxima verosimilitud del modelo logístico de madurez como se explica en Roa et al. (1999). El modelo logístico fue re-parametrizado para ajustar directamente la talla mediana de madurez sexual (l_{50}) y la talla del 95% de madurez sexual (l_{95}) en lugar de los parámetros de intercepto y pendiente (Akipkin y Roa 2005), dando lugar al modelo:

$$p(l) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\ln(1/19) \frac{l - l_{0.5}}{l_{0.95} - l_{0.5}}\right\}}$$

con función de verosimilitud

$$L(l_{0.5}, l_{0.95} | n, x) \propto - \sum_{i=1}^L [x_i \ln(p(l)) + (n_i - x_i) \ln(1 - p(l))]$$

donde n es el total de individuos observados, x es el número de individuos maduros, e i es el índice que indica la categoría de tallas (cada 5 cm, desde 10 a 45 cm). El modelo de madurez $p(l)$ fue ajustado usando la función de verosimilitud $L(l_{0.5}, l_{0.95} | n, x)$ con código escrito en ADMB v. 6.0.2 con el compilador C++ GNU GCC v.2.95.5.

Los datos fueron clasificados de acuerdo con dos factores: sexo y estación del año, lo que dio lugar a cinco ajustes del modelo: datos totales, hembras, machos, verano (muestreos de Enero y Marzo) y otoño (muestreos de Mayo). Los individuos indeterminados fueron asignados a ambos sexos.

Siguiendo los resultados de Power et al. (2002) ajustamos el modelo de von Bertalanffy utilizando como función de verosimilitud una mezcla de una distribución normal y otra de colas más amplias, con el código de regresión robusta de ADMB 6.0.2.

a) Modelo de estimación de abundancia en la Laguna

$$l(x) = l_{\infty} (1 - e^{-K(x-t_0)})$$

b) Ajuste del modelo de crecimiento

$$\log \left(\frac{C_i}{f_i} \right) = \log(qN_0) - M(t_{i-1} + t_i)/2 - q(F_{i-1} + F_i)/2 + \epsilon_i, \quad \epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

$$y_i = \beta_0 - \beta_1 x_{1,i} - \beta_2 x_{2,i} + \epsilon_i$$

Seber (1982, Cap. 8) describe las relaciones entre tamaño poblacional, captura esperada, mortalidad natural y esfuerzo de pesca en poblaciones que decaen por mortalidad, sobre la base de un proceso Poisson en períodos breves de tiempo. Si el período breve se divide en períodos aún más breves, no necesariamente de la misma duración, Seber (1982), demuestra que donde i es un sub-período, C_i es la captura, f_i es el esfuerzo por unidad de tiempo, q , es la capturabilidad, N_0 , es el tamaño poblacional inicial, M , es la tasa de mortalidad total, y F , es el esfuerzo acumulado. Definimos la captura como cada evento de captura de un pez (es decir C_i puede tomar el valor 1 sólomente) y el esfuerzo como el número de intentos (lanzamiento de la lienza) hasta la captura de un pez. De esa manera, una regresión lineal múltiple con el logaritmo de la captura por unidad de esfuerzo como variable dependiente, y la mitad del tiempo entre eventos de pesca (x_1) y la mitad del esfuerzo acumulado (número de intentos, x_2) entre eventos de captura, permite obtener estimaciones de $\log(qN_0)=\beta_0$, $q=\beta_1$, y $M=\beta_2$. Siendo q conocido, o al menos utilizando su estimado de la regresión, entonces N_0 puede ser estimado

$$N_0 = \frac{e^{f_0}}{q}$$

De la regresión, entonces N_0 puede ser estimado por

$$v(N_0) \approx \left(\frac{e^{f_0}}{q}\right)^2 v(q) + \left(\frac{e^{f_0}}{q^2}\right)^2 v(\beta_0)$$

con varianza de estimación

El modelo fue ajustado con el sistema de programación estadística R v. 2.3.0.

c) Modelo de la relación longitud y peso

Es claro que por razones físicas existe una relación de potencia entre la longitud y el peso de un cuerpo. Dado ese hecho, el modelo de longitud peso ajustado es de la forma

$$m_i = w_1 l_i^{w_2} \lambda_i$$

donde i indexa a un individuo al que se le midió la longitud y el peso, m es el peso, l es la longitud total, w_1 y w_2 son parámetros, y λ es una variable aleatoria de distribución lognormal. Este modelo lo ajustamos en su forma original, sin transformar, utilizando la función de verosimilitud lognormal. El ajuste se realizó con código ADMB 6.0.1.

9. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

9.1 Identificación de los puntos más importantes de la cuenca

Las visitas a terreno permitieron identificar los puntos más relevantes, sobretodo los tributarios que alimentan la Laguna. Luego, el que significó un mayor seguimiento por su importancia como hábitat de los salvelinos fue el Chorrillo Hermoso.

Tabla Nº 3: Georeferencias de los Puntos más importante del Chorrillo

Nº punto	Identificación	Latitud Sur	Longitud Oeste
3	Río San Juan	53° 39' 46"	70°56' 95"
Chorrillo Hermoso			
2	Desembocadura	53° 24' 43"	71° 15' 74"
4	1º curva	53° 24' 33"	71° 15' 48"
5	2º curva	53° 24' 24"	71° 15' 40"
6	3º curva	53° 24' 18"	71° 15' 29"
1	Caseta CONAF	53° 24' 15"	71° 15' 19"
7	Bifurcación	53° 23' 69"	71 15' 01"
8	Inicio Bosque	53° 22' 92"	71° 15' 38"
Laguna Parrillar			
9	Desembocadura Desaguadero	53° 26' 02"	71° 17' 73"
12	Chorrillo Oeste	53° 23' 13"	71° 18 ' 29"
13	Puntilla	53° 24' 28"	71° 16' 48"
11	Cascada	53° 28' 13"	71° 18' 13"
10	Desembocadura Río Desaguadero	53° 26' 23"	71° 18' 80"
14	Estancia Leiva-López	53° 28' 45"	71° 11' 92"

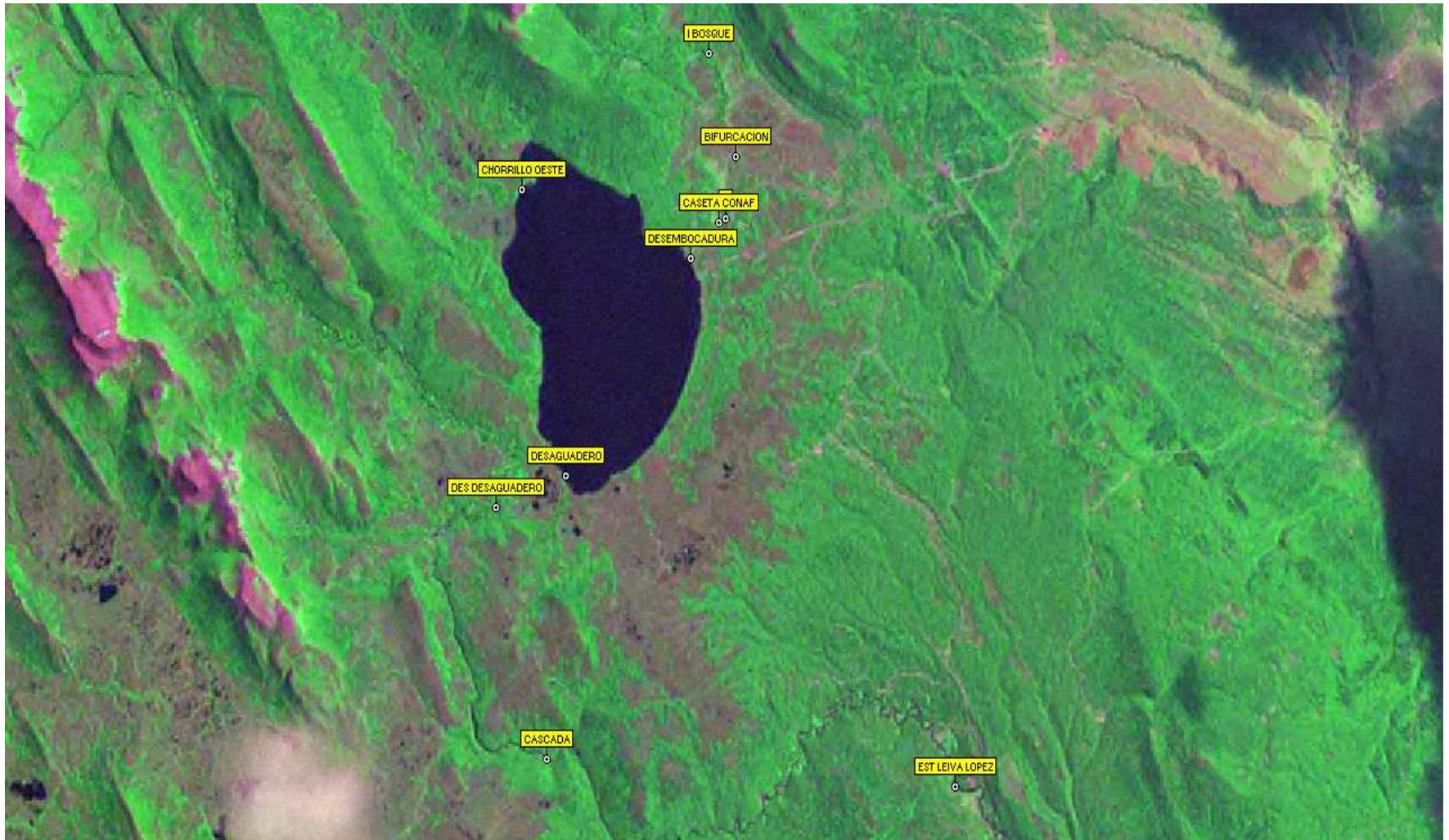


Figura N°4: Imagen satelital de puntos importantes del Proyecto.

A continuación se muestra una secuencia de fotografías de algunos de los sectores antes señalados:



Figura Nº 5: Vista general del Río Desaguadero.

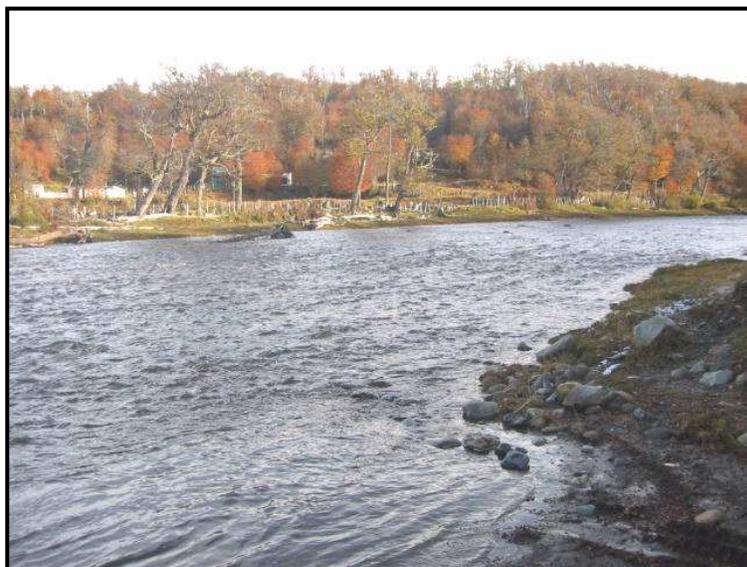


Figura Nº 6: Río San Juan, efluente final de Laguna Parrillar.



Figura Nº 7: Vista general de la Desembocadura del Chorrillo Hermoso.



Figura Nº 8: Punto denominado “Primera Curva”.



Figura N° 9: Vista general de la “Segunda Curva”



Figura N° 10: Sector de pesca “Tercera Curva”



Figura N° 11: Sector identificado como “Caseta CONAF”



Figura N° 12: Brazos formados por el chorrillo Hermoso, antes de llegar al Bosque (bifurcación)



Figura Nº 13: Vista general del inicio del Bosque.



Figura Nº 14: Imagen de la Desembocadura del “Río Turba”



Figura N° 15: Vista general de la “Cascada” ubicada en el Río San Juan

DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

Para este cálculo, se utilizaron datos del Shuttle Radar Topography Misi3n (SRTM) de la NASA, que es un modelo digital de terreno (MDT), los cuales fueron adecuados por medio de un Software GIS para su posterior utilizaci3n. Adem3s de una imagen Satelital LANDSAT TM, para tener una mejor definici3n del lugar de estudio.

Con posterioridad a esto, se realiz3 un reconocimiento y toma de datos en terreno en un recorrido realizado con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para delimitar exactamente la superficie de la laguna y los r3os que en ella desembocan.

Para el an3lisis de la cuenca, se utiliz3 el m3todo “Cuencas Visuales” (Viewsheed), de un programa GIS, que por medio de c3lculos de pendientes cuyas aguas escurren hacia la laguna, se determin3 el tama3o de 3sta.

Laguna Parrillar se encuentra entre dos monta3as bien definidas, de pendientes fuertes a leves, y van formando un 3ngulo que parte en el sector Noroeste de la laguna y conforman su cuenca que asimila un cono, cuya superficie total alcanza 5.528 hect3reas (ver plano 1:50.000). La superficie real de la laguna propiamente tal, es de 994 hect3reas (Anexo 6).

En cuanto a su hidrograf3a, existen en ella, tres r3os que cumplen la funci3n de afluente. En el mismo sector, desde donde surgen las monta3as, se pueden encontrar zonas cubiertas de *sphagnum*; habituales de suelos con alta humedad desde donde nace un r3o cuyo caudal la abastece llamado R3o Turba, en el sector Noreste, es abastecida por otro llamado Chorrillo Hermos, de 6 metros de ancho aproximadamente.

En cuanto a su vía de desagüe, se encuentra en el sector sur de la laguna, con aproximadamente 4 metros de ancho; conocido como Río Desaguadero, que desemboca su caudal en el Río San Juan para finalmente llega al mar.

9.2 Resultados por Objetivos Específicos

Objetivo Especifico 1. Determinar el período de desove de la población de salvenilos de arroyo de la laguna, así como su éxito reproductivo. Determinar la factibilidad y ocurrencia de migraciones.

Objetivo Específico 1a. Determinar estacionalmente, sobre un ciclo anual, la madurez sexual de los salvelinos de arroyo, de modo de identificar su período y edad al desove.

Las observaciones sobre la proporción de madurez, fueron llevadas a cabo en verano (Enero) de 2006 y otoño (Mayo) de 2005 y 2006. Las observaciones de 2005 y 2006 se presentan juntas para aumentar el tamaño de muestra. La Fig. 16 muestra la proporción de madurez de otoño y verano, sexos agrupados, en función de la talla. Se observa que tal como ocurre en el hemisferio norte (Lenormand et al. 2004) la madurez sexual ocurre principalmente en otoño, aunque los peces de mayor tamaño muestran madurez sexual en verano también (Fig. 16).

Los ajustes del modelo de madurez indican que sólo los datos de otoño, con los sexos agregados, producen estimaciones confiables (Fig. 16), con una talla mediana de madurez sexual ($I_{50\%}$) de 29.7 cm (Tabla 4). La cantidad de individuos maduros observada, no permite realizar una estimación del modelo de madurez para cada sexo en otoño y verano por separado. Sin embargo, en las poblaciones de salvelinos del Hemisferio Norte ambos sexos maduran en sincronía y a la misma edad (Lenormand et al. 2004).

Tabla 4.- Madurez sexual del salvelino. Resultados del ajuste por máxima verosimilitud. El número de indeterminados fue contado como inmaduro para ambos sexos

Modelo	Número Inmaduros	Número Maduros	Parámetro	Estimado (cm)	Error Estándar (cm)
Agregados	128	25	<i>L</i> _{50%}	37.05	3.45
			<i>L</i> _{95%}	63.58	9.72
Hembras	113	12	<i>L</i> _{50%}	42.44	5.47
			<i>L</i> _{95%}	66.83	13.17
Machos	116	13	<i>L</i> _{50%}	42.95	6.25
			<i>L</i> _{95%}	69.94	15.16
Verano	88	13	<i>L</i> _{50%}	42.92	4.74
			<i>L</i> _{95%}	67.73	12.60
Otoño	40	12	<i>L</i> _{50%}	29.67	2.97
			<i>L</i> _{95%}	47.04	8.32

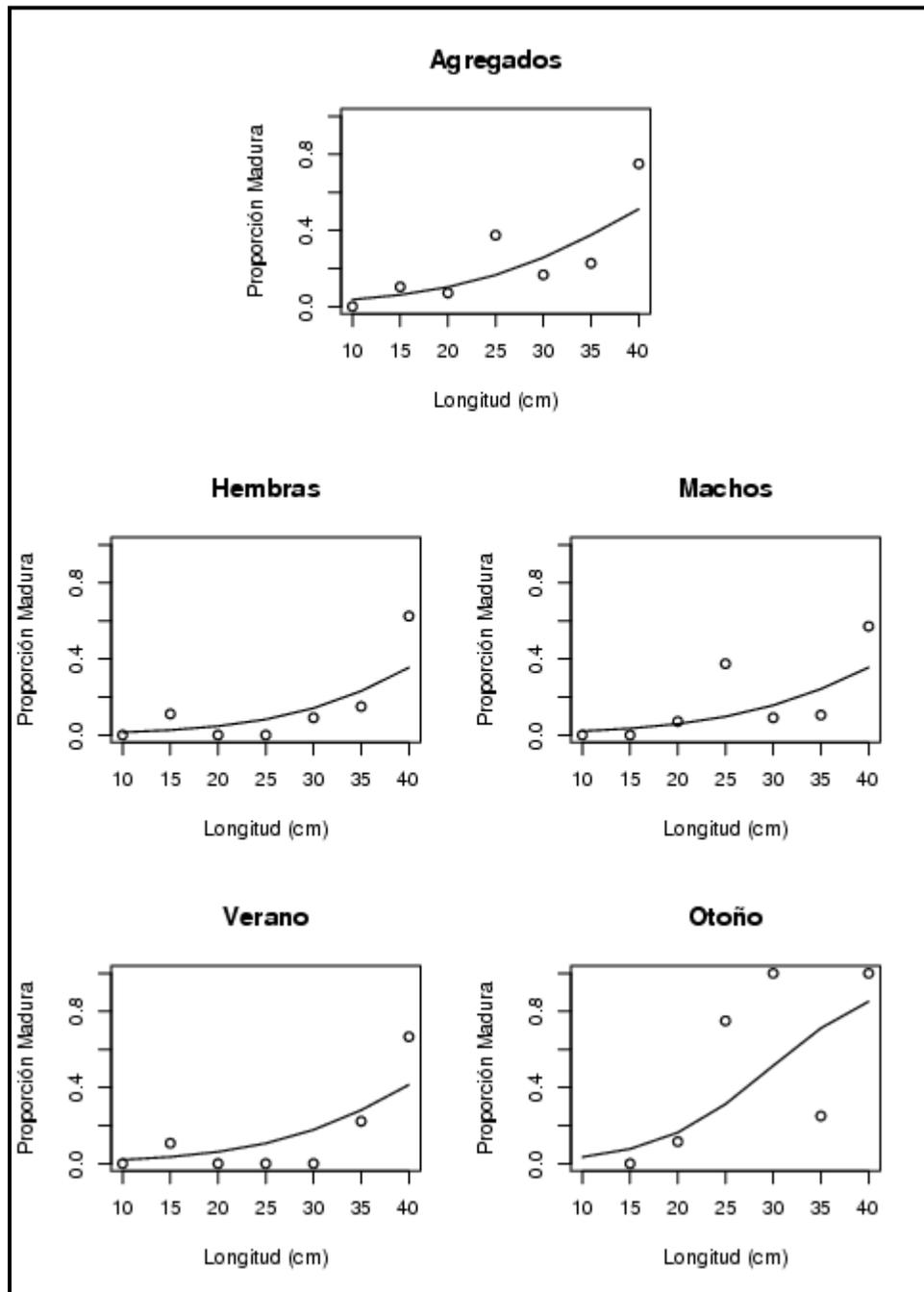


Figura Nº 16.- Proporción de madurez sexual a la talla observada (círculos) y predicha por el modelo (líneas)

La relación entre la edad y la talla está aproximadamente descrita por un modelo von Bertalanffy (Fig. 17). Tomando en cuenta la forma de este modelo la edad de 50% de probabilidad de desove es aproximadamente

$$t_{50\%} = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left[1 - \frac{l_{50\%}}{l_{\infty}} \right]$$

donde t_0 , K y l_{∞} son los parámetros del modelo de von Bertalanffy. Los estimados de la Tabla 2 corresponden a los parámetros del modelo de von Bertalanffy (Power et al. 2002) al maximizar una función de verosimilitud robusta contenida en el sistema de programación estadística ADMB 6.0.5. Dados esos parámetros, un estimado de máxima verosimilitud de la edad de madurez sexual es de 1.98 años o aproximadamente 2 años, 1 año menos que lo obtenido en el hemisferio norte (Lenormand et al. 2004) aunque el grado de precisión estadística del estimado es bajo.

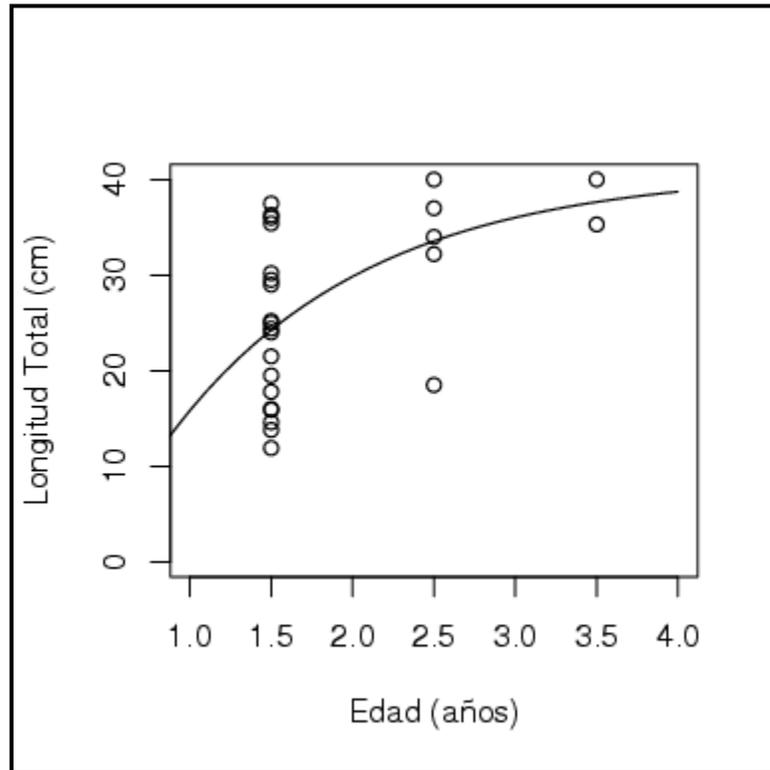


Figura N° 17.- Talla a la edad observada (círculos) y predicha por un modelo von Bertalanffy (línea) en el salvelino de la Laguna Parrillar

Tabla 5.- Talla a la edad y edad de madurez en el salvelino de la laguna Parrillar

Parámetro/Cantidad	Estimado/Valor	Desviación Estandar	Matriz de Covarianza			
			t_0	K	l_∞	$l_{50\%}$
Número de observaciones	26					
Proporción Edad 1-2 años	0.73					
Proporción Edad 2-3 años	0.19					
Proporción Edad 3-4 años	0.08					
t_0	0.41 año	1.7 año	1			
K	0.82 año ⁻¹	1.87 año ⁻¹	-0.97	1		
l_∞	40.88 cm	19.47 cm	-0.92	0.99	1	
$l_{50\%}$	29.66 cm	2.97 cm	0	0	0	1
$t_{50\%}$	1.98 año	4.72 año				

Objetivo Específico 1b: Determinar la fecundidad y su relación con la longitud y/o peso durante la época reproductiva.

No resultó posible ajustar el modelo de fecundidad a la talla debido a que se observaron muy pocas hembras maduras en la época de desove (otoño) como para sacrificarlas. Sin embargo, dos hembras maduras observadas en verano fueron sacrificadas y estas registraron 832 y 718 huevos. Además se contaron los huevos en un nido observado durante la época de desove y siendo estos 110 unidades. Se midió la talla de los huevos en una muestra del 10% del total en las hembras sacrificadas y el total en el nido en la época de desove, y los resultados se muestran en la Fig. 18.

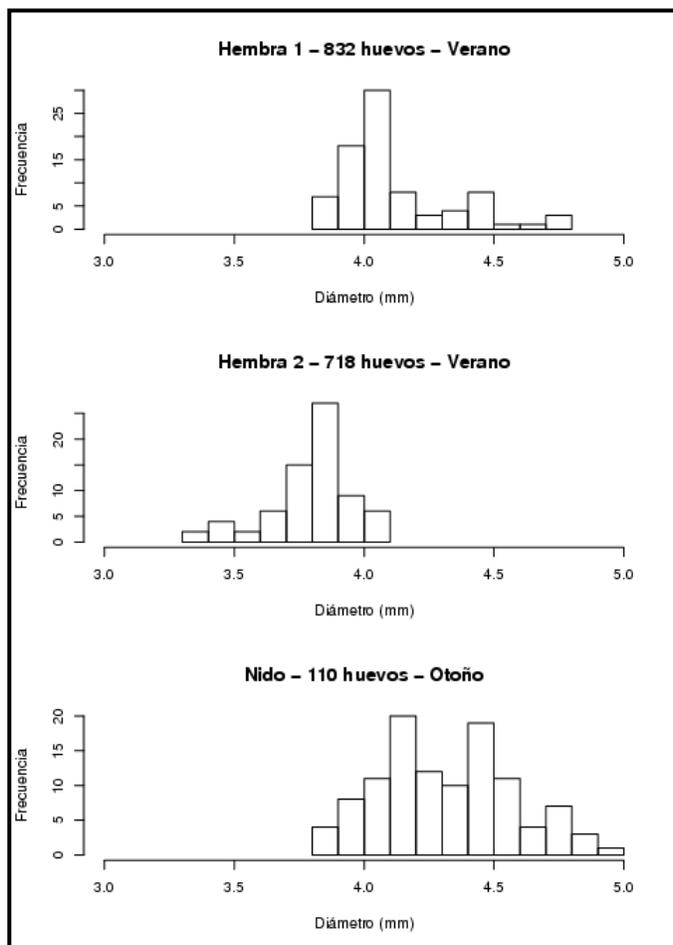


Figura Nº 18.- conteo de huevos de salvelino de la laguna Parrillar.

Por otro lado, el Índice Gonadosomático (IGS) fue relacionado con el estado de madurez macroscópico externo, es decir a mayor estado de madurez aumenta el porcentaje de peso de la gónada con respecto al peso total del cuerpo.

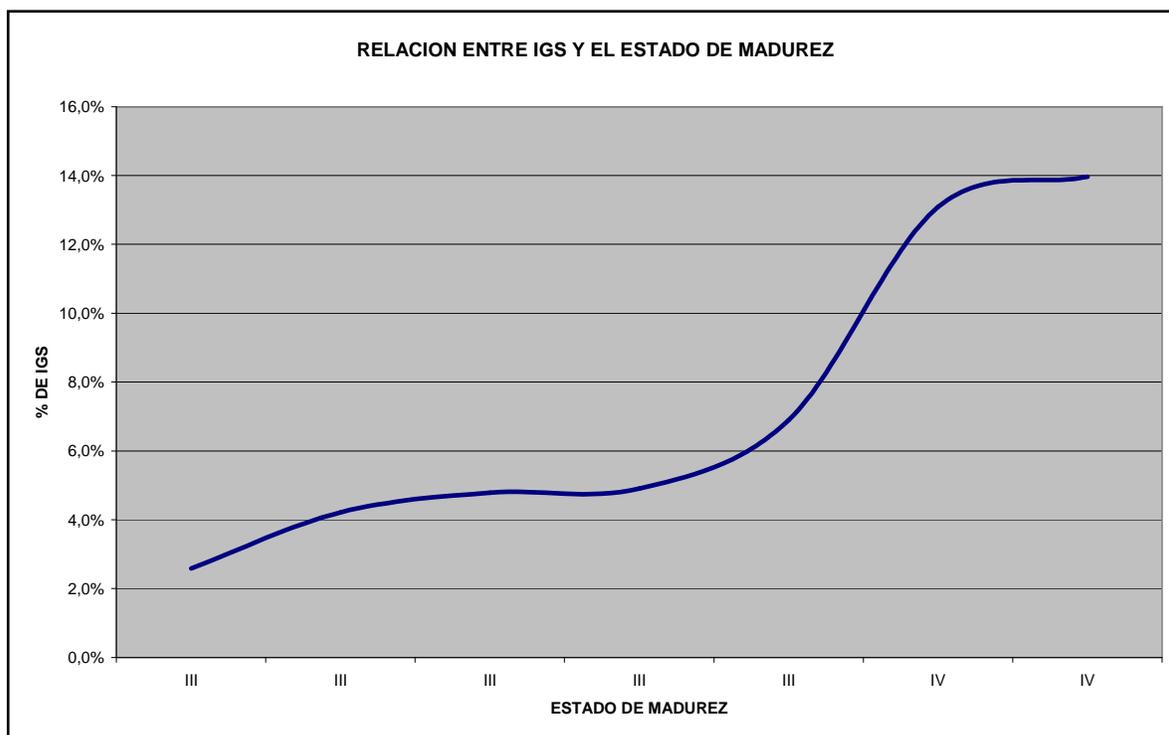


Figura N° 19: Relación IGS y madurez

Se realizaron muestreos a fin de determinar índice gonadosomático en ocho ejemplares hembra de salvelinos, durante el mes de enero de 2006, encontrándose los siguientes resultados:

Tabla N°6: Calculo de madurez para hembras de Lagu na Parrillar

Nº	Peso (grs.)	Longitud (cm.)	Índice de Condición	Sexo	peso gónada	IGS	Estado de Madurez
1	773	40,2	1,19	hembra	20,00	2,6%	III
2	520	37,5	0,99	hembra	21,90	4,2%	III
3	464	36,3	0,97	hembra	22,20	4,8%	III
4	371	35,4	0,84	hembra	18,20	4,9%	III
5	428	35,3	0,97	hembra	29,50	6,9%	III
6	428	37,8	0,79	hembra	56,00	13,1%	IV
7	400	37,2	0,78	hembra	9,30	2,3%	III
8	313	32,9	0,88	hembra	43,70	14,0%	IV

En general, solo dos ejemplares superaron los dos dígitos de índice expresado como porcentaje, lo cual coincide con los ejemplares que tenían el mayor estado de madurez, tanto en número, como en tamaño de sus ovas. Dichas características presentadas por las ovas muestreadas en hembras durante el mes de enero, fue contrastado con un muestreo realizado a un nido de truchas durante el mes de mayo, lo cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N°7: Fecundidad

Nº	Fecha	Peso (grs.)	Nº ovas totales	Fecundidad absoluta N° Ovas/grs.	Promedio Diámetro Ova (mm)	Desviación Estándar Diámetro Ova (mm)
1	Ene-06	428,00	832	1,94	4,17	0,22
2	Ene-06	313,00	718	2,29	3,85	0,17
3	Mayo-06		110		4,37	0,26

De acuerdo a lo entregado por el Proyecto FIP 2000-25, la fecundidad absoluta para las especies silvestres de salmonídeos coho, sakura, y truchas arcoiris y café fue de 1; 1,3; 1,9 y 2,0 ovocito/g, respectivamente, por tanto los datos aquí entregados se enmarcan dentro de lo estimado para la truchas e inclusive superior.

Es interesante resaltar que el diámetro de los huevos de los reproductores, más el nido, son muy similares, esto aún cuando hay 4 meses de diferencia entre los medidos en los reproductores y los del nido. Según la Dirección de Acuicultura, de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de Argentina en su informe del año 2000, los huevos de la trucha de arroyo al momento de la eclosión miden entre 3,5 y 5 mm de diámetro. Evidentemente, el limite inferior de ese intervalo se reserva para los ejemplares maduros mas pequeños de la especie (15 a 25 cm de longitud total), por lo tanto, de acuerdo a la relación de talla del cuerpo versus diámetro del huevo, es esperable que las truchas hembras que fueron sacrificadas y luego contados y medidos sus huevos hayan estado muy cercanas al desove. (tabla N°6 y 7).

Tal hecho concreto, indica la posibilidad, de que los reproductores en la laguna Parrillar estén comenzando su época de desove mucho antes de lo estipulado actualmente en la veda (15 de marzo). Esto, por supuesto, requiere de mayor recopilación de información, ya que no fueron visualizados nidos en febrero y marzo.

El comportamiento del IGS, en la trucha arcoiris, según Billard (1992) en Toledo et. al. (1994), en el hemisferio norte, sigue un patrón de comportamiento donde se observa, bajos valores en los meses posteriores al desove, aumenta lentamente hasta el quinto mes post -desove, momento en que alcanzan un brusco incremento, para llegar a un máximo en la ovulación. De acuerdo a los antecedentes entregados por nuestros análisis, es esperable que los eventos de

desove comiencen a ocurrir a fines de enero y se mantengan hasta, fines de abril, independientemente del tamaño de la hembra.

Por otro lado, según estos mismos autores los valores máximos, previos al desove, alcanzados por el IGS son de 12 a 13% y los valores mínimos post-desove son cercanos al 1%, es decir, para el caso de la trucha de arroyo, nos encontramos con dos muestras (N° 7 y 10) que estaban a punto de desovar durante el mes de enero.

En la figura N° 20, se observa una gónada extraída de un ejemplar de 32,9 cm de longitud total (LT), presenta un estadio IV que indica que, los ovarios ocupan más de la mitad de la cavidad visceral, los huevos tienen un buen color, pero aún, se encuentran adheridos unos con otros, es decir, en forma de racimo.



Figura N°20: Ovas de trucha de arroyo capturada en Laguna Parrillar

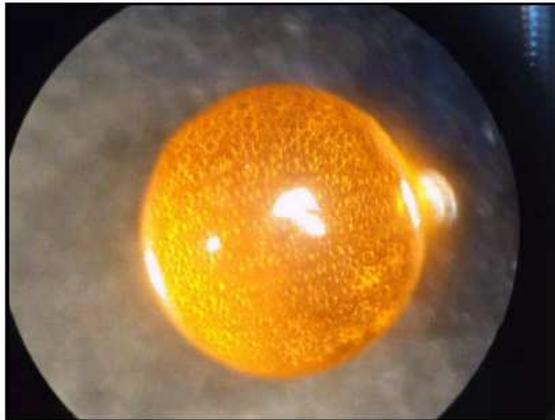


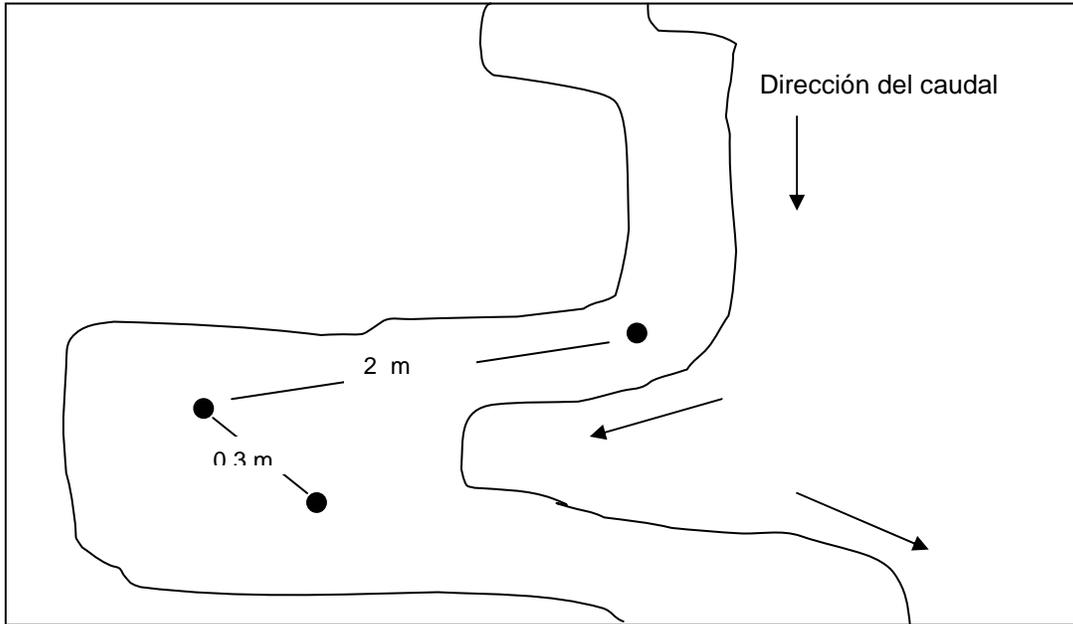
Figura N°21: Vista General de Ova sin fecundar de 6 mm de diámetro

Objetivo Específico 1c: Proponer una metodología para identificar las áreas de desove.

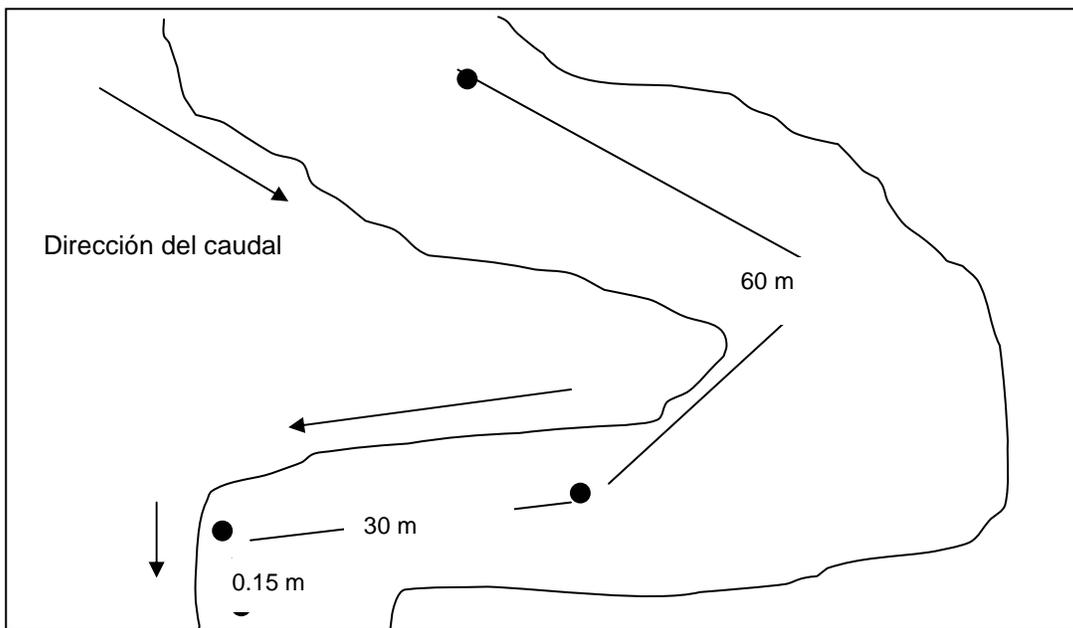
Se observaron 17 nidos, los cuales se presentan en la siguiente figura:

Dibujos detallados de los sectores reconocidos como áreas de freza.

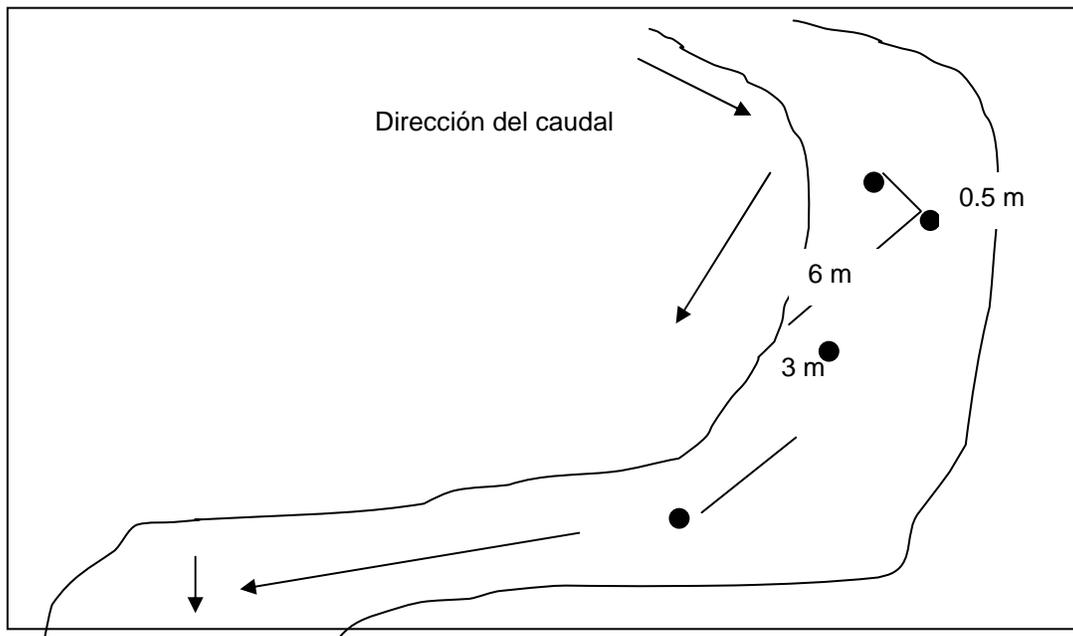
❖ Sector 1 (fecha: 20/04/2006)



❖ Sector 2 (fecha: 12/05/2006)



Sector 3 (fecha: 13/05/2006)



❖ Sector 4 (fecha: 27/05/2006)

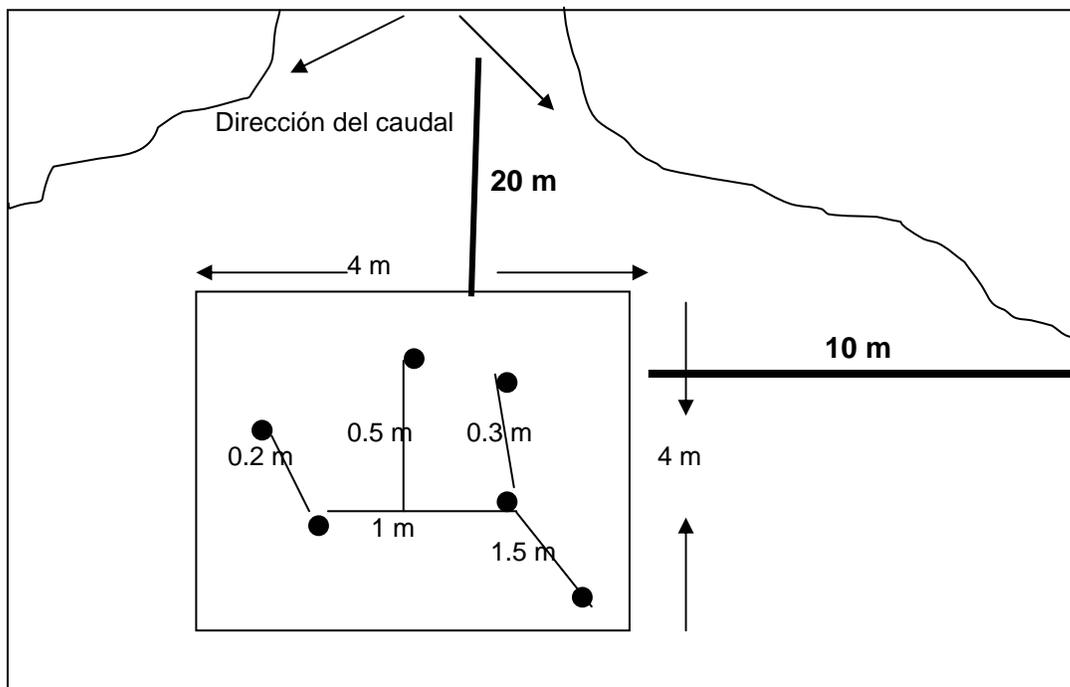


Figura Nº 22: Dibujo de la ubicación de nidos en el tributario.

Dado este bajo número, no es posible realizar un análisis geo estadístico. Sin embargo, es claro que las observaciones por buceo permiten concluir, que las

áreas de desove se encuentran en el Chorrillo Hermoso, tanto a varios kilómetros de la laguna, en la zona del bosque, como en puntos cercanos a la desembocadura.

Identificación de áreas de desove

Para el cumplimiento del objetivo que implica determinar el período y lugares de desove, se requirió de un trabajo exhaustivo de búsqueda a lo largo del Chorrillo Hermoso y la Laguna, por medio de buceo autónomo.

Paralelo al buceo, se realizaron filmaciones del fondo del Chorrillo Hermoso, además, se fotografiaron nidos desde el Chorrillo y la Laguna. Desafortunadamente las fotos no salieron del todo claras y por esto no fueron incluidas como material de respaldo, sin embargo, a continuación se adjunta una filmación del fondo del chorrillo Hermoso donde se logra visualizar sus características y un grupo de truchas:



Figura Nº 23: Filmación de truchas en Chorrillo Hermoso.



Figuras Nº 24: Imágenes del trabajo de buceo en el Chorrillo Hermoso

Durante los meses de abril y mayo de 2006, se intensificaron las campañas de buceo, esencialmente en el sector del afluente principal, en busca de zonas de freza, se recorrieron, en el agua, 3,5 kilómetros aproximadamente río arriba, hasta el puesto conocido como “María”. Se lograron identificar once nidos, todos ellos de 10 a 30 cm de diámetro y de 10 a 30 cm de profundidad, con un número de ovas que varió de 6 a 200. Todos los nidos fueron identificados en sectores de similares condiciones, es decir, fondo de gravilla de pequeño tamaño (inferiores a 10 mm), con buena corriente que asegure oxigenación y baja profundidad, en promedio 0,5 m de columna de agua.

En casi todos los puntos identificados como áreas de desove, (3 en el Chorrillo) se encontraron más de un nido, separados por escasos metros y en similares condiciones. Así mismo, alrededor de los mismos, fueron avistado un importante número de alevines de 7 a 10 cm, que supone la permanencia de las truchas cerca de su lugar de nacimiento, por un período superior a una primavera.

Se realizó un rastreo, en busca de nidos, en varios puntos de la Laguna, específicamente en los sectores denominados “La Puntilla”, “Ensenada”, y camino a la cascada, en cada punto inspeccionado, se rastreo un tramo de 50 metros

cuadrados aproximadamente y una profundidad máxima de 6 metros, en ninguno de estos puntos se logró avistar algún salvelino.

Por otro lado, cuando se revisó la desembocadura del Chorrillo Hermoso, se divisaron seis nidos (2 de ellos muertos), en un radio de 4 metros cuadrados. Este punto se encontró a 20 m de la desembocadura, a 10 de la costa y 0,5 m de profundidad. Es importante destacar que, este sector durante los meses de verano queda sin agua, producto del descenso del nivel de la laguna y del chorrillo Hermoso.

Estos nidos presentaban las mismas condiciones que los descritos anteriormente, es decir, consistían en “hoyos” de unos 10 a 30 cm de profundidad, pero el número de huevos, fue superior, ya que promedió 200 ovas por nido. Cabe mencionar que, el fondo de la desembocadura es muy similar al observado en el chorrillo, mientras que, en los otros puntos de la laguna el fondo se encontraba principalmente conformado por fango, piedras de mayor tamaño y abundante flora.

Mas adelante se presenta y discute la presencia de hielo tanto en la laguna como en el chorrillo, este hecho, tal como fue registrado, no afectaría la incubación de las ovas, ya que el grosor de la capa de hielo en el chorrillo, no supera los 20 cm y en general, los nidos están ubicados en lugares con profundidades algo mayores a los 50 cm con lo cual se aseguran de tener una corriente de agua oxigenada durante todo el período invernal.

Objetivo Específico 1d: Proponer una metodología para estimar el éxito reproductivo.

En nuestra propuesta técnica propusimos a la tasa intrínseca de crecimiento poblacional, r en la ecuación de Euler-Lotka, como una medida de 'éxito reproductivo' a través del concepto evolutivo de 'fitness' de las hembras. La tasa intrínseca de crecimiento poblacional, r , es una medida apropiada de fitness bajo la mayoría de los escenarios demográficos y selectivos (Charlesworth 1993). En las ecuaciones de Euler-Lotka la tasa intrínseca de crecimiento poblacional r se relaciona con la sobrevivencia desde la fertilización hasta la edad x , l_x , el número de huevos producidos a la edad x , f_x , la edad de maduración sexual a_s , y la longevidad A , de la forma

$$1 = \sum_{x=a}^{x=A} l_x f_x e^{-rx}$$

En esta ecuación, es necesario conocer el número de edades de la población, es decir, el valor de A , o edad terminal. Nuestra observación máxima mediante conteo en escamas fue de entre 3 y 4 años (Tabla N° 5) así que fijamos $A=4$. También es necesario conocer el valor de edad de inicio de la suma, que corresponde a los individuos, lo bastante maduros para comenzar a hacer una contribución a la renovación poblacional. Esta edad corresponde a aproximadamente 2 años (Tabla 5). Adicionalmente, hay que completar la probabilidad de sobrevivencia a la edad x , l_x , que se relaciona con la tasa instantánea de mortalidad μ , a través de $l_x = \exp(-\mu x)$. Más abajo explicamos como obtuvimos una estimación de la tasa instantánea de mortalidad. Otro ítem de información es la fecundidad a la edad x , que fijamos en 800 huevos dados los conteos realizados en hembras maduras. Conociendo estos parámetros se puede despejar el valor de r mediante aproximación numérica.

Para obtener una estimación de la tasa instantánea anual de mortalidad, contamos con las observaciones de proporción a la edad en la muestra (Tabla 5). El ajuste lineal del modelo de decaimiento exponencial nos indica una tasa de -1.13 año^{-1} (Fig. 44 y Tabla 17). Consideramos que este estimado de tasa instantánea de mortalidad, es válido para los peces juveniles tardíos y adultos, de 1 año o más. En el caso de los peces juveniles, desde recién eclosionado hasta el primer año, vamos a suponer que la tasa instantánea de mortalidad natural es 2 veces más alta.

Establecidos estos valores, el valor de r que permite balancear la ecuación es 1.69 (Tabla 17), positivo, lo que sugiere que la población de salvelino en el sistema acuífero formado por Laguna Parrillar es viable reproductivamente y está aun en expansión.

Objetivo Específico 1e: Estudiar la ocurrencia de hielo y los caudales durante la época de desove, y determinar así la factibilidad de tener migración de peces, desde la laguna hacia sus tributarios y viceversa, desde la laguna hacia el río San Juan y viceversa, y desde el curso inferior del río (bajo los saltos) hacia la cuenca superior.

El congelamiento de la Laguna durante el invierno del año 2005, ocurrió entre los meses de mayo a septiembre, así también, de sus principales afluentes; el chorrillo Hermoso, Chorrillo oeste y Chorrillo Desaguadero. La época de desove comienza a fines de marzo y finaliza en mayo, aparentemente previo al congelamiento de la laguna. El monitoreo de las migraciones por medio de marcaje de peces no fue posible concretar debido a la nula recaptura de animales, sin embargo, de acuerdo a observaciones en terreno, por medio de buceo, es posible afirmar que la mayoría de los peces, tanto juveniles como adultos conviven en zonas reducidas, donde tienen alimento y protección, esto comprobado por la reacción de ellos frente al paso de los buzos, ya que, al principio escapan pero luego tienden a regresar al mismo lugar donde fueron avistados.

Durante el mes de junio del año 2005, se realizó una visita a la Laguna, para graficar el grado de presencia y prevalencia de hielo. Se comenzó en la desembocadura del Chorrillo Hermoso y recorriendo aproximadamente dos kilómetros contra la corriente hacia el sector del refugio CONAF. En esta oportunidad se logró constatar el completo y total congelamiento de la superficie de la Laguna además de sus principales tributarios como es el caso del Chorrillo Hermoso. Por medio de apreciación en terreno, se logró constatar un grosor de la capa de hielo de 180 mm en promedio, encontrado principalmente en la zona superficial, bajo esta capa se observó corriente de agua.



Figuras Nº 25: Capa de hielo superficial presente en la Laguna y el Chorrillo durante el mes de junio; para el Chorrillo el grosor promedio alcanzo los 180 mm, mientras que en la Laguna vario de 50 a 300 mm. (nota: en la Laguna la parte que no contiene nieve en la superficie es la más delgada, 50 mm)

Expedición a cascada río San Juan

El 25 de abril de 2006, se realizó una expedición exploratoria a la Cascada, situada fuera de los límites de la Reserva Forestal Parrillar, específicamente en la coordenada $53^{\circ} 28' 130''$ S y $71^{\circ} 18' 130''$ W, a 31,4 km de la desembocadura del Río San Juan.

La expedición se puede resumir en 3 etapas. La primera comenzó desde la caseta CONAF, ubicada a un kilómetro de la desembocadura del Chorrillo Hermoso, hasta el Río Desaguadero (Latitud $53^{\circ} 26' 23''$ S; Longitud $71^{\circ} 18' 8''$ W), recorriendo 3,68 km. Se realizó bordeando la costa de la laguna en un tiempo estimado de 10 minutos. La segunda etapa, se inició desde la desembocadura del Río Desaguadero, hasta el inicio del bosque, internándose en la turba en línea recta hacia el sur, por un tramo de 2,9 km y debido a lo escabroso del terreno se logró terminar en 40 minutos. En ese lugar se montó campamento y se dejó el equipo pesado.



Figura Nº 26: Viaje en vehículo por la zona de turba

La tercera parte de la excursión, fue la que presentó mayor dificultad, debido que, se realizó caminado en el interior de un frondoso bosque, rodeado de cerros de gran pendiente, suelo desprendido por las lluvias de días previos y árboles tumbados. El tramo de sólo un kilómetro, se realizó en un periodo de 80 minutos, bordeando el Río San Juan.

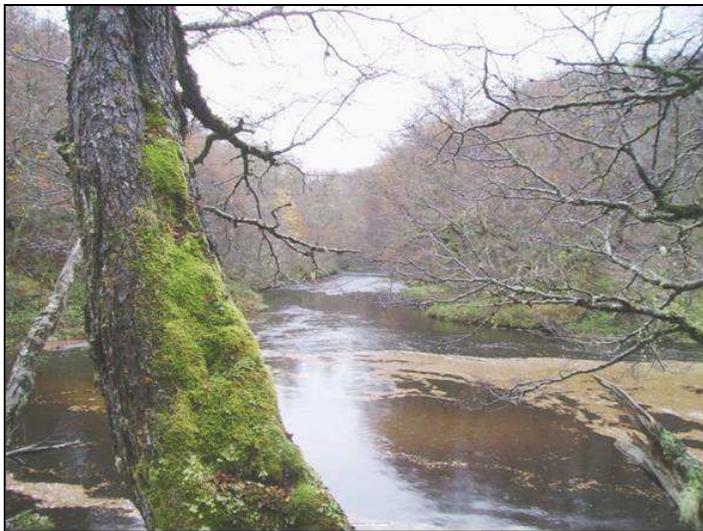


Figura Nº 27: Vista del Río San Juan, inmerso en un frondoso Bosque

La cascada (Latitud 53° 28' 13 S; Longitud 71° 18' 13 W), se encuentra a 3,9 kilómetros de la desembocadura del Río Desaguadero; tiene una altura aproximada de 10 metros y una formación rocosa de bastante envergadura.



Figura Nº 28: Cascada “Río San Juan”

La Cascada “Río San Juan” se encuentra emplazada al sur de Laguna Parrillar, a 31,4 km de la desembocadura del río del mismo nombre. Se encuentra rodeada de abundante vegetación y tiene una pendiente de 75° aproximadamente. Estas condiciones imposibilitan el retorno de los salvelinos desde el río San Juan, hacia Laguna Parrillar. Sólo podría existir migración de desde la laguna al río San Juan.



Figura N° 29: Imagen que grafica el punto donde cae el agua de la cascada



Figura N° 30: La foto muestra que la altura de agua en la pendiente de la cascada permite el acceso de personas

Objetivo Específico 2. Sobre un ciclo anual, determinar la variabilidad estacional de los caudales entrantes y salientes de la laguna, las temperaturas medias del agua, oxígeno disuelto, fósforo total, y clorofila a. Determinar la productividad esperada y la capacidad de carga de la Laguna Parrillar en base a esta información.

Objetivo Específico 2a. Recopilar información existente, cualitativa y cuantitativa, sobre la hidrología y limnología física, química y biológica de la Laguna Parrillar.

Determinación de caudal, batimetría y análisis químico de la cuenca

Para la medición de caudal se utilizó sensor marca Pasco, Modelo CI-6730A, acompañado de la interfase de la misma marca, Modelo 500 y de un computador Notebook, marca IBM, modelo ThinkPad Pentium III. La metodología de medición de caudal esta basada en la relación sección – velocidad y la posterior aplicación de la ecuación de continuidad en la forma $Q=AV$ donde A es el área transversal de la sección del río y V es la velocidad media del fluido.

Para la determinación del área, se procedió a confeccionar el perfil batimétrico de la sección transversal del río, en el sector elegido, por medio de medición de la profundidad, a través de una varilla graduada, para distintas distancias respecto de un punto de referencia en una de las orillas. La sección transversal antes cuantificada fue dividida en pequeñas áreas de igual ancho y altura variable (h). Para cada una de las cuales, se determinó la velocidad media del fluido. En aquellos sectores, de baja profundidad, se asume que la velocidad media, está a 0.6 h. Cuando la profundidad es mayor que 50 cm se midió la velocidad a 0.2 h y a 0.8 h. Con estos datos se procede a calcular la velocidad media de la sección, de la forma $(V_{0.8h} + V_{0.2h})/2$. Luego, para cada área, se calculó el caudal de la forma $q_i=V_iA_i$.

Finalmente $Q = \sum q_i$



Figura Nº 31: Mediciones tomadas en desembocadura de Chorrillo Hermoso y Río Desaguadero

La medición de caudales y batimetría, se realizó en dos tributarios principales y un efluente de la laguna, entregando un total de 7.625 lt/min de agua entrante y 5.138 lt/min de agua que sale de la laguna para la época estival.

Para la época invernal el caudal de entrada fue de 47.767 lt/min y el caudal de salida fue de 5.842 lt/min.

En invierno, el caudal entre estos principales cursos superficiales fue de 37.925 lt/min de agua entrante.

El caudal estival en los mismos cursos de agua, fue de 2.487 lt/min de agua saliente.

Si a los datos anteriores, se agrega el hecho que, la temperatura y por ende, la evaporación, es mayor en los meses de verano que en los meses de invierno, que las precipitaciones no presentan grandes fluctuaciones en el año y el derretimiento de la nieve en los cerros que rodean la laguna es un importante aporte a ella, se tiene que el mínimo nivel de la laguna en un ciclo anual se experimenta en el mes de Febrero y la máxima cota de ella se tiene en el mes de Octubre.

A continuación se presentan los perfiles batimétricos de los principales tributarios y el efluente de la laguna, destacándose el aumento de profundidad y ancho en los meses invernales:

Tabla Nº 8: Resumen de caudales para los Tributarios y Efluente de la Laguna

	Chorrillo Hermoso	Chorrillo Oeste	Chorrillo Desaguadero	Balance Caudales
Caudal Verano (lt/min)	6.079,27	1.546,36	5.138,00	
Caudal Invierno (lt/min)	39.900,00	3.867,00	5.842,20	
Área Verano (m ²)	4,985	1,134	0,367	
Área Invierno (m ²)	7,98	1,289	0,4173	
Prof. Máx. Verano (m)	1,10	0,30	0,28	
Prof. Máx. Invierno (m)	1,22	0,33	0,31	
Balance Verano (lt/min)				2.487,63
Balance Invierno (lt/min)				37.924,80

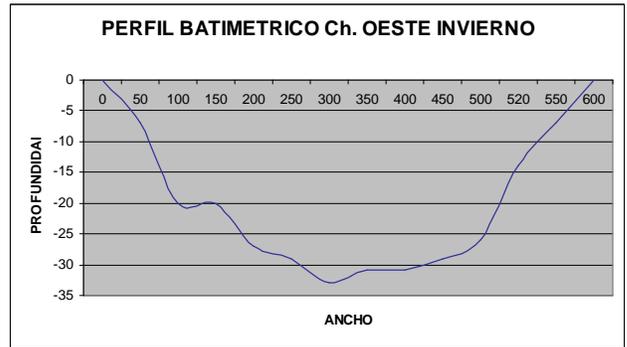
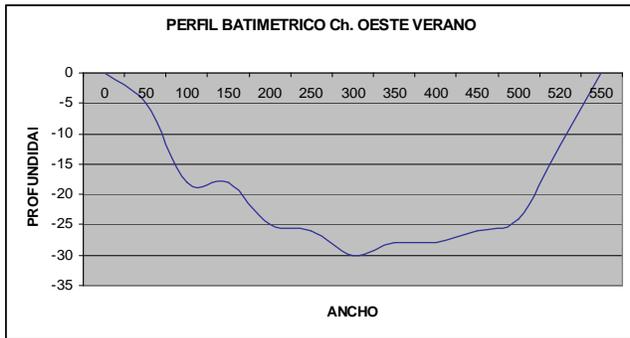
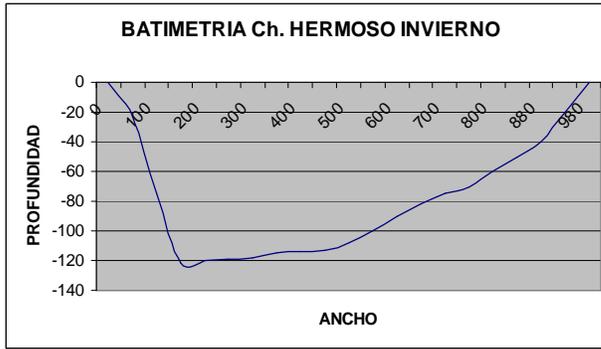
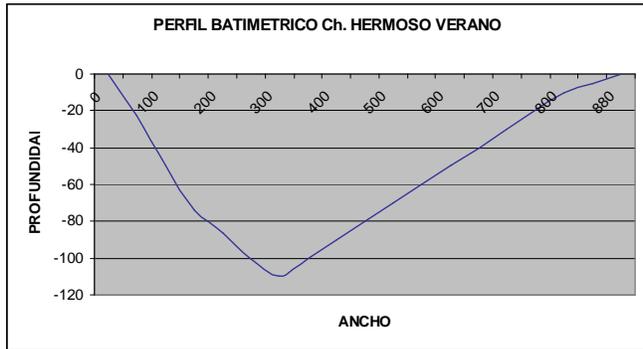
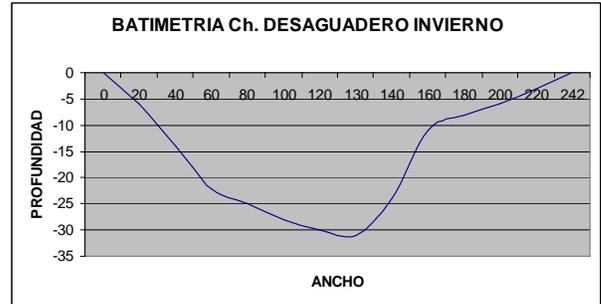
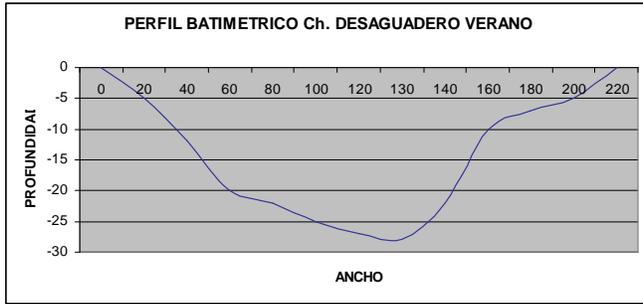


Figura N° 32: Perfiles Batimétricos Afluentes y Efluente de la Laguna

Caracterización de la laguna Parrillar

Laguna Parrillar esta ubicada al sur poniente de la ciudad de Punta Arenas, a 36 km en línea recta, y aproximadamente a 20 km del estrecho de Magallanes en la dirección Poniente -Oriente. La cota de superficie es de aproximadamente 289 metros sobre el nivel medio del mar. La superficie es de aproximadamente 994 hectáreas y el volumen de agua de 45.000.000 de m³. Los valores medios de la temperatura, oscilan entre los 0 °C en Julio y los 14,5 °C en Enero.

Las lluvias en esta zona, según el plano de Isoyetas son del orden de 925 mm (aproximadamente el doble que en Punta Arenas). La distribución de las precipitaciones es muy regular a lo largo del año, presentándose meses de precipitaciones mínimas (Enero y Octubre) aunque las mínimas no son muy acentuadas. La precipitación nival ocurre generalmente entre los meses de Mayo a Septiembre, cubriendo generalmente todas las elevaciones que rodean la laguna.

La dirección predominante de los vientos es la de las componentes Oeste (W) y sus cercanas NW y SW y las principales velocidades se presentan en la época de verano. De acuerdo a antecedentes de estudios anteriores y a la información recopilada en este estudio se puede decir que la laguna se cubre en un 100% de hielo en los meses de invierno, llegando su espesor a los 30 cm.

La superficie total de la cuenca de la laguna Parrillar es de 5.528 Há. y queda comprendida casi totalmente entre las isoyetas 900 mm y 950 mm. De acuerdo a estudios hidrológicos el caudal medio anual efluente al lago es de 1,39 m³/s, el cual está basado en la duración general de las precipitaciones anuales y por lo tanto los caudales calculados para los chorrillos representarían cerca de un 50% de los aportes a la laguna.

La laguna descarga su caudal a través de un río corto denominado “Desaguadero”, que nace en el extremo sur del lago y de aproximadamente 1.500 m de longitud. Este río descarga en el río San Juan.

El nivel de la laguna esta determinado por las condiciones del río desaguadero y los antecedentes registrados en estudios anteriores y otros medidos en este estudio son:

Tabla N°9: Antecedentes Históricos del Nivel de la Laguna

Fecha	Cota (m.s.n.m.)
Feb 79	289,00
Nov 70	288,70
Oct. 72	289,20
Oct. 88	288,57
Ene. 05	288,70
Feb. 05	287,30
Mar.05	288,82
May. 05	289,00
Jul. 07	290.00

La evapotranspiración total varía entre 550 mm y 600 mm anuales. (Fuente: CIREN, 1997.)

Antecedentes Químicos del agua de la laguna

Antecedentes referidos a las características químicas del agua de la laguna se presentan a continuación:

Tabla Nº 10: Antecedentes Históricos de Parámetros químicos de la Laguna

FECHA (mes/año)	pH	Sólidos Totales ug/lit	Sólidos Disueltos ug/lit	Nitrógeno Amoniacal mg/lit	Nitritos mg/lit	Nitratos mg/lit
Feb.70	6,2	299	299	0,022	0,25	0,06
Ago 70	6,8	114	114	0,058	0,007	0,14
Ene 73	6,7	141	141	0,012	0,00	0,06
Mar 73	7,3	---	103	0,046	0,00	0,07
Jun 73	6,8	78	73	---	---	---
Jul 88	6,9	---	---	---	---	---

Fuente: Estudio sanitario laguna Parrillar Sendos S.A.

De los análisis hechos en años anteriores, se desprende que las características del agua son óptimas para la supervivencia de la trucha de arroyo, ya que, según Meade, (1991), Piper (1982) y Lawson (1995), en Timmons et. al. (2001) los principales parámetros para la supervivencia de especies salmónidas son:

Tabla Nº 11: Parámetros óptimos para el crecimiento de especies salmónidas

Parámetro	Concentración (mg/lit)
Nitrógeno amoniacal Total (NAT)	< 1,0
Nitrito (NO ₂)	< 1,0
Nitrato (NO ₃)	0 – 400 o más
Oxígeno Disuelto	> 5,0
pH	6,5 – 8,5
Fósforo	0,01 – 3,0
Sólidos disueltos totales (SDT)	< 400
Sólidos suspendidos totales (SST)	< 80

Más aún, se realizaron nuevos análisis al agua de la Laguna y el Chorrillo Hermoso, en dos épocas diferentes y los resultados indican que los principales parámetros están muy por debajo de lo indicado como riesgoso para la supervivencia de las especies salmónidas (Anexo 2):

Tabla Nº 12: Análisis químico Otoño de 2006

Parámetro	Chorrillo 1	Laguna	Chorrillo 2	Norma
DBO ₅ (mg/l)	16	13	18	NCh2313/5 Of 96
Sólidos sedimentales (ml/l)	0,1	0,1	0,1	NCh2313/4 Of 95
SS Totales (mg/l)	1	2	1	NCh2313/3 Of 95
Fósforo Total (mg/l)	1	1	1	NCh2313/15 Of 97
Fósforo Soluble (mg/l)	1	1	1	NCh2313/15 Of 97
Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/l)	2	2	2	NCh2313/28 Of 98
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	2	2	1	NCh2313/28 Of 98
Nitratos (mg/l)	8	6	7	Standard methods
Nitritos (mg/l)	0,03	0,01	0,01	Standard methods

Tabla Nº 13: Análisis químico Otoño de 2005

Parámetro	Chorrillo	Laguna	Norma
DBO ₅ (mg/l)	7	10	NCh2313/5 Of 96
Sólidos sedimentales (ml/l)	<0.1	<0.1	NCh2313/4 Of 95
SS Totales (mg/l)	3	<1	NCh2313/3 Of 95
Fósforo Total (mg/l)	1	<1	NCh2313/15 Of 97
Fósforo Soluble (mg/l)	1	<1	NCh2313/15 Of 97
Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/l)	1	1	NCh2313/28 Of 98
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	2	1	NCh2313/28 Of 98
Nitratos (mg/l)	<1	<1	Standard methods
Nitritos (mg/l)	<0.2	0,2	Standard methods

Finalmente, el parámetro más gravitante o limitante para el desarrollo óptimo de la trucha de arroyo, es la temperatura del agua, ya que, muchos autores indican el rango óptimo de desarrollo de esta especie, entre los cuales se puede mencionar a Piper et al (1982) 7° y 13°, Michigan Interactive tm 10° a 12°, Guio (2000) 13° a 18°, y Roberts (2000) bajo los 18,8°C, aún cuando algunos autores sólo indican la temperatura superior, otros especifican un rango óptimo y por lo tanto, es posible que la población de salvelinos de la laguna Parrillar se encuentre comprimida en cuanto a su crecimiento producto de las bajas temperaturas de los meses entre abril y noviembre de cada año. A continuación se presenta la curva térmica para la laguna Parrillar:

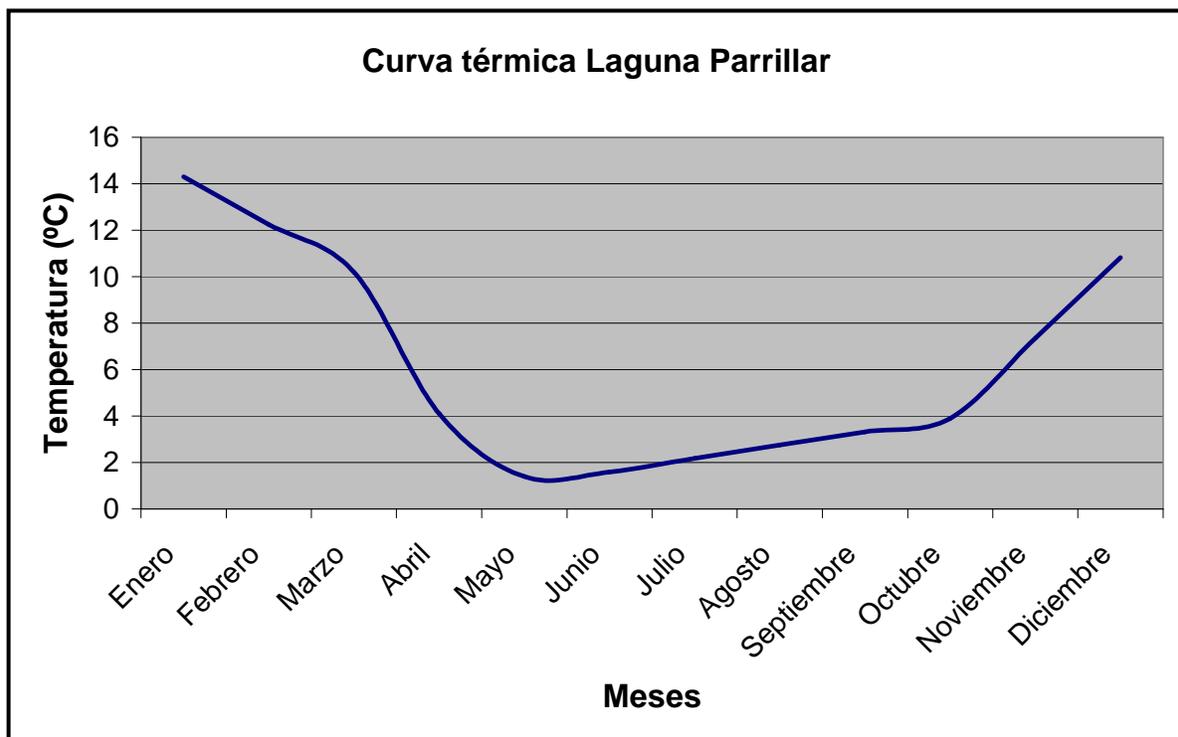


Figura Nº 33: Curva térmica Laguna Parrillar

Objetivo Específico 2b. Medir in-situ aquellos factores para los cuales no exista información relevante, de modo de contar con datos representativos para las variables de interés.

Batimetría de la laguna

Para la confección de la superficie batimétrica de la laguna, se procedió a medir la profundidad, navegando a través de trayectorias previamente determinadas. Para ello, se trazaron 6 transectas, entre puntos escogidos del contorno de la laguna, procediéndose a navegar en cada una de ellas, tomándose datos de profundidad cada 50 m.



Figura Nº 34: Transectas realizadas para la batimetría

Tabla N° 14: Datos exactos de las coordenadas dadas por UTM, por punto

Punto	Coordenada	Este	Norte
PA1	UTM	19F 349582	4079978
PA2	UTM	19F 346760	4080947
PA3	UTM	19F 347501	4077014
PA4	UTM	19F 347074	4079066
PA5	UTM	19F 349354	4077898

Los resultados más relevantes obtenidos son:

- El 63,5 % de la superficie de la laguna tiene menos de cuatro metros de profundidad.
- Solo un 5% de la superficie de la laguna tiene más de 12 m de profundidad, llegando a una profundidad máxima de 15 metros.
- Es importante aclarar que en la época en que se hicieron las mediciones batimétricas (febrero de 2005), la laguna se encontraba en su nivel más bajo (cota 287 m.s.n.m.) y su máximo se alcanza en los meses de Julio-Agosto llegándose a medir cota de 290 m.s.n.m.
- La fluctuación máxima detectada en la variación de altura de la laguna es de 2,7 m por lo que los datos batimétricos en los meses de invierno se deben incrementar en este valor (Altura máxima 17,7 m).

Para una mejor comprensión, se incorpora una diagrama de planta de la laguna en donde, según la intensidad del color se estratifica por profundidad y luego se puede ver un diseño tridimensional de la columna de agua.

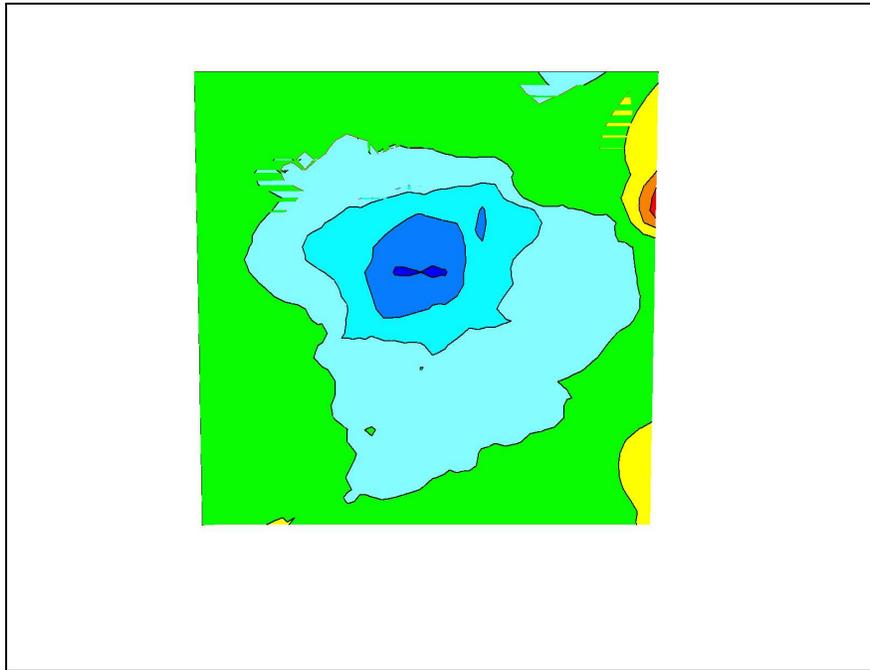


Figura Nº 35: Diferencia de profundidad de la Laguna Parrillar

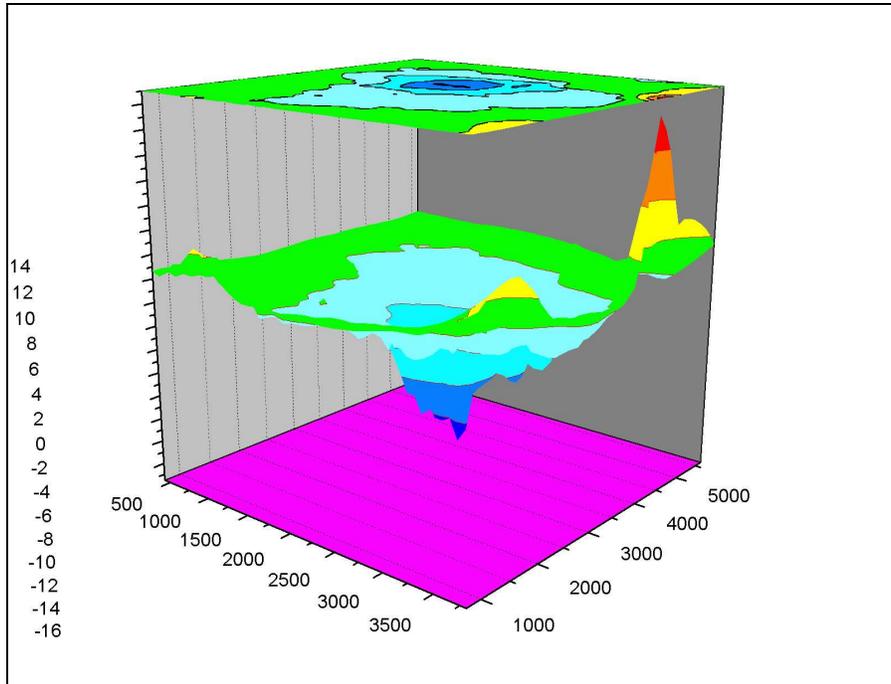


Figura Nº 36: Imagen tridimensional de Laguna Parrillar

Tipo de sustrato

Con el desarrollo de las actividades de buceo, se logró comprobar que, el fondo de la laguna esta dividido en dos tipos diferentes de sustrato y claramente estratificado. El primero de ellos, y que comprende el 60% de universo total, está conformado en su totalidad por *Arcilla limosa*, tipo de fondo que no entrega las condiciones necesarias para el desarrollo de vida de pequeños organismos que constituyen parte de la alimentación de los salvelinos. Esto debido que, es un suelo cohesivo que evita la circulación de agua en forma paralela y por ende baja la cantidad de oxigeno convirtiéndolo muchas veces en un fondo anóxico. El 40% restante tiene un suelo denominado **Grava Pobremente graduada (GP)** donde las partículas pueden alcanzar un tamaño máximo de 80 mm, sobre ese diámetro corresponde a bolones.

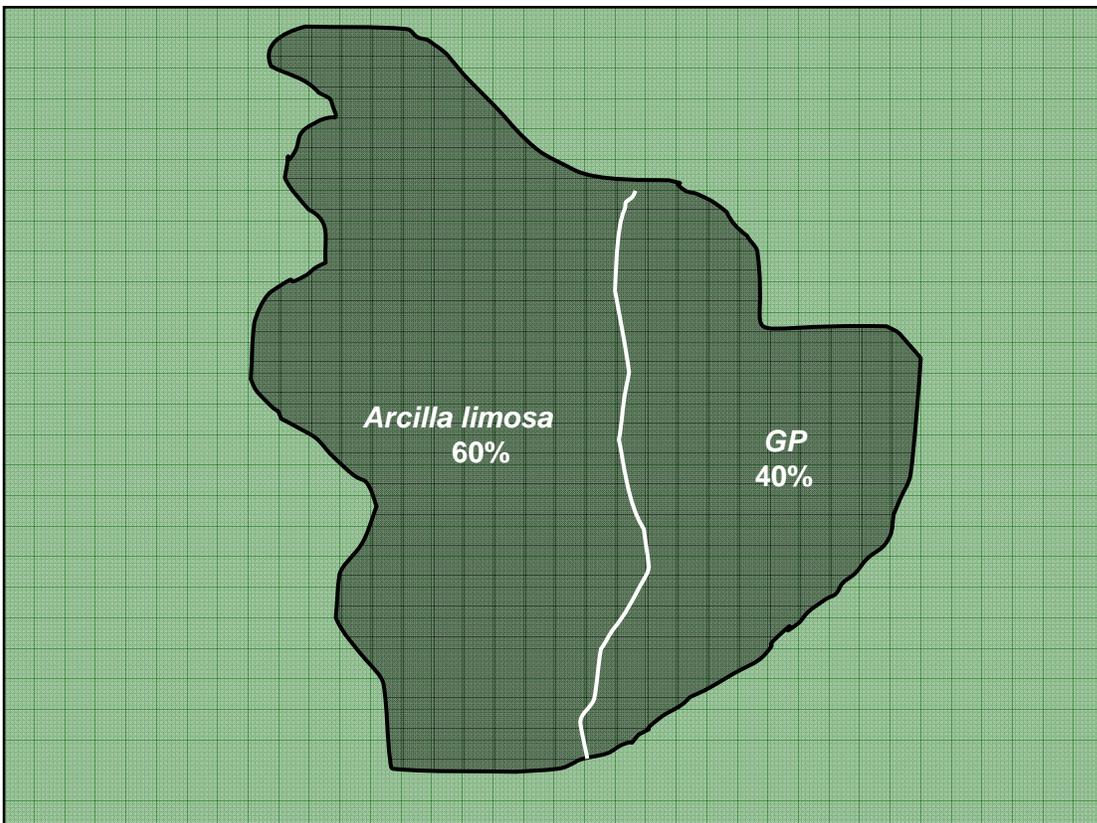


Figura Nº 37: Proporción de los sustratos en la Laguna

Objetivo Específico 2c: Proponer una metodología para estimar el estatus trófico de la laguna y la productividad secundaria y capacidad de carga de peces, sobre la base de las variables mencionadas.

De acuerdo con la distribución del fondo de la laguna es esperable tener sólo el 40% de la superficie apta para la supervivencia de la trucha de arroyo, ya que el resto esta casi exclusivamente conformado por fango bajo en oxígeno. Por otro lado, el 40% que se hace mención está conformado por gravilla, con zooplancton y especies vegetales que podrían suministrar alimento a los peces. Esta teoría ha sido reafirmada gracias a los buceos de prospección y avistamiento realizados, ya que no se registro ninguna trucha en sectores de fondo fangoso.

El gradiente de temperatura de la laguna (0° a 14°) no parece ser el más apropiado, ya que como se mencionó en el capítulo de antecedentes y en el objetivo específico 2b, de este informe. En cambio el gradiente de pH de la laguna parece ser adecuado para el desarrollo de los salvelinos, más aún si es sabido de que se trata de una especie de aguas templadas a frías. Sin embargo, la no toma de datos de productividad tal como clorofila a no permiten concluir sobre el punto de productividad y capacidad de carga. Este dato adquiere aún mayor relevancia si se toma la decisión de realizar algún tipo de plan de repoblamiento de este cuerpo de agua.

Objetivo Específico 3. Sobre un ciclo anual, con muestreo estacional, determinar abundancias, distribuciones de tallas y pesos, relaciones longitud-peso, tasas de crecimiento, índice de condición, dieta, otras características poblacionales, y posibles limitantes al desarrollo de los salvelinos presentes en la laguna. Analizar la posibilidad de que haya variaciones espaciales en la abundancia y condición de los peces.

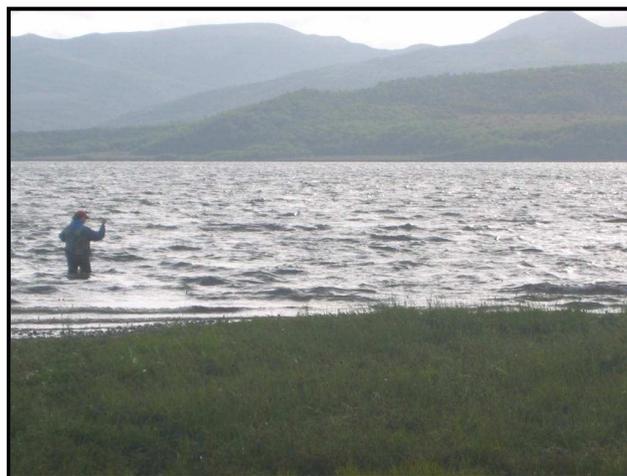
Objetivo Específico 3a: Realizar pescas de investigación, definiendo claramente las artes de pesca a utilizar y las metodologías de muestreo, discutiendo su aplicabilidad, representatividad y relevancia respecto del objetivo global (gestión de una pesquería recreacional).

Captura y evaluación de los peces

La captura, individualización y evaluación de los peces se basó en lo necesario para el cumplimiento del objetivo específico número 3, para ello se utilizaron diferentes artes de pesca (pesca con red y mosca), siendo esta última la utilizada con mayor éxito.

Una vez capturada la trucha, era medida y pesada en una balanza marca O'haus de 2.000 g de capacidad. Luego, era individualizado con una plastiflecha enumerada introducida en la aleta dorsal (truchas de menor tamaño) o bien el corte de la aleta adiposa en animales de mayor tamaño. Finalmente se le extraían escamas. Una vez concluida esta actividad las truchas eran devueltas al cauce.

Cabe mencionar que al inicio de cualquier actividad realizada al interior de la Reserva Nacional con fines investigativos por parte de los participantes del Proyecto “Laguna Parrillar” fue identificada con un letrero para no confundir ni entregar una imagen equivocada a los pescadores situados en el sector.



Figuras Nº 38: Método de pesca con mosca en el Chorrillo y la Laguna



Figuras Nº 39: Ejemplar adulto de trucha fontinalis marcada y letrero identificador del proyecto respectivamente

Captura con red

Se realizaron 4 esfuerzos de pesca con red, todos ellos de arrastre. La primera de ellas, fue realizada con una red de monofilamento de 3 pulgadas de abertura de malla, de 1,5 m de largo por 0,5 m de ancho. Esta red se mantuvo por un período de 90 minutos y un trayecto de 1 kilómetro aproximadamente a lo largo del Chorrillo Hermoso (desde la desembocadura) sin resultados positivos, posiblemente por el tamaño de la abertura de malla, debido que, en este sector además de concentrarse muy pocos ejemplares de trucha la mayoría corresponde a individuos pequeños, no superiores a 15 cm.

En las tres siguientes salidas se emplearon dos redes de monofilamento de 1" de abertura de malla, 0,15 m de alto por 2 m de largo y 0,50 m de alto y 2 m de largo respectivamente. La primera fue utilizada para capturar pequeñas truchas durante el invierno, para corroborar su presencia sobre el hielo.

La segunda red de 1" fue aplicada durante el verano, donde fueron capturados 24 salvelinos de una longitud promedio de 19,1 cm en el Chorrillo Hermoso.



Figuras Nº 40: Captura de *S. fontinalis* con red, sobre chorrillo congelado y durante el mes de mayo del año en curso respectivamente

Tabla N° 15: Datos del desarrollo de la captura con red

Fecha	Temperatura (°C)	Nº peces capturados	Minutos de esfuerzo
02-05-05	4,6	3	
13-05-06	1.6	0	120
19-07-05	2.2	0	180
13-05-06	2,9	24	270

Captura con mosca

Este arte de pesca fue el que mejores resultados entregó. Se utilizaron cañas mosqueras con moscas secas y semisumergidas (ninfas).

Durante la temporada estival del año 2006, se capturó el mayor número de truchas, principalmente, en el Chorrillo Hermoso. Los esfuerzos de pesca se concentraban durante la tarde, después de las 16 horas, debido que, en ese momento era cuando sucedía la eclosión de los insectos, principal dieta de los salvelinos.

Tabla N° 16: Datos del desarrollo de la captura con mosca

Fecha	Temperatura (°C)	Nº peces capturados	Minutos de esfuerzo
02-05-05	4,6	9	
05-10-05	3,9	14	60
04-01-06	12,4	60	360
11-01-06	14,3	10	210
17-01-06	10,6	0	135
14-03-06	10,2	18	270
27-05-06	1,4	4	150



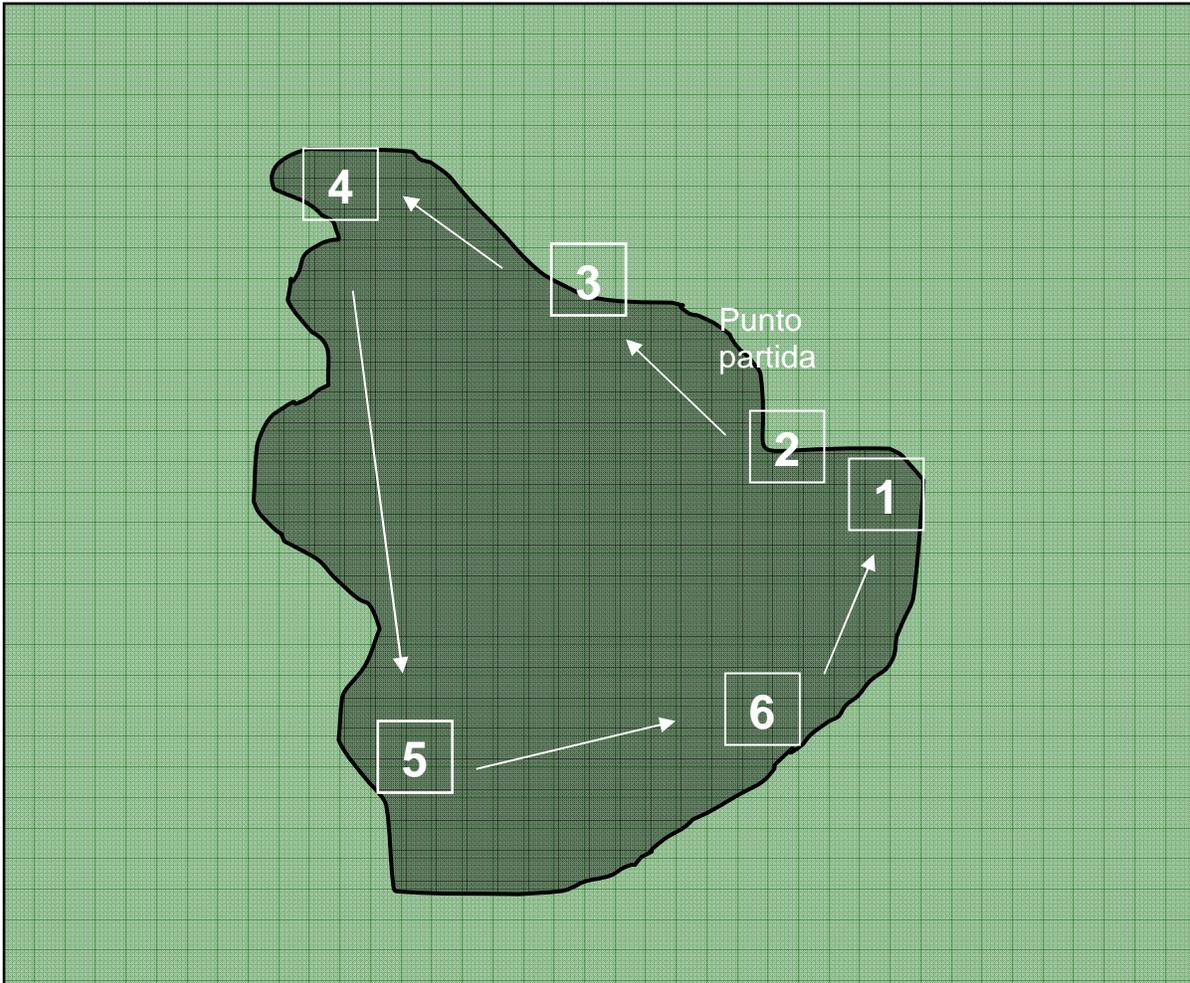
Figuras Nº 41: Pesca con mosca tanto en el sector del chorrillo como en la laguna

Objetivos Específico 3b: Determinar estacionalmente la abundancia, condición, distribuciones por tallas y por edades, y tasas de crecimiento.

Estimación de Abundancia de Salvelino

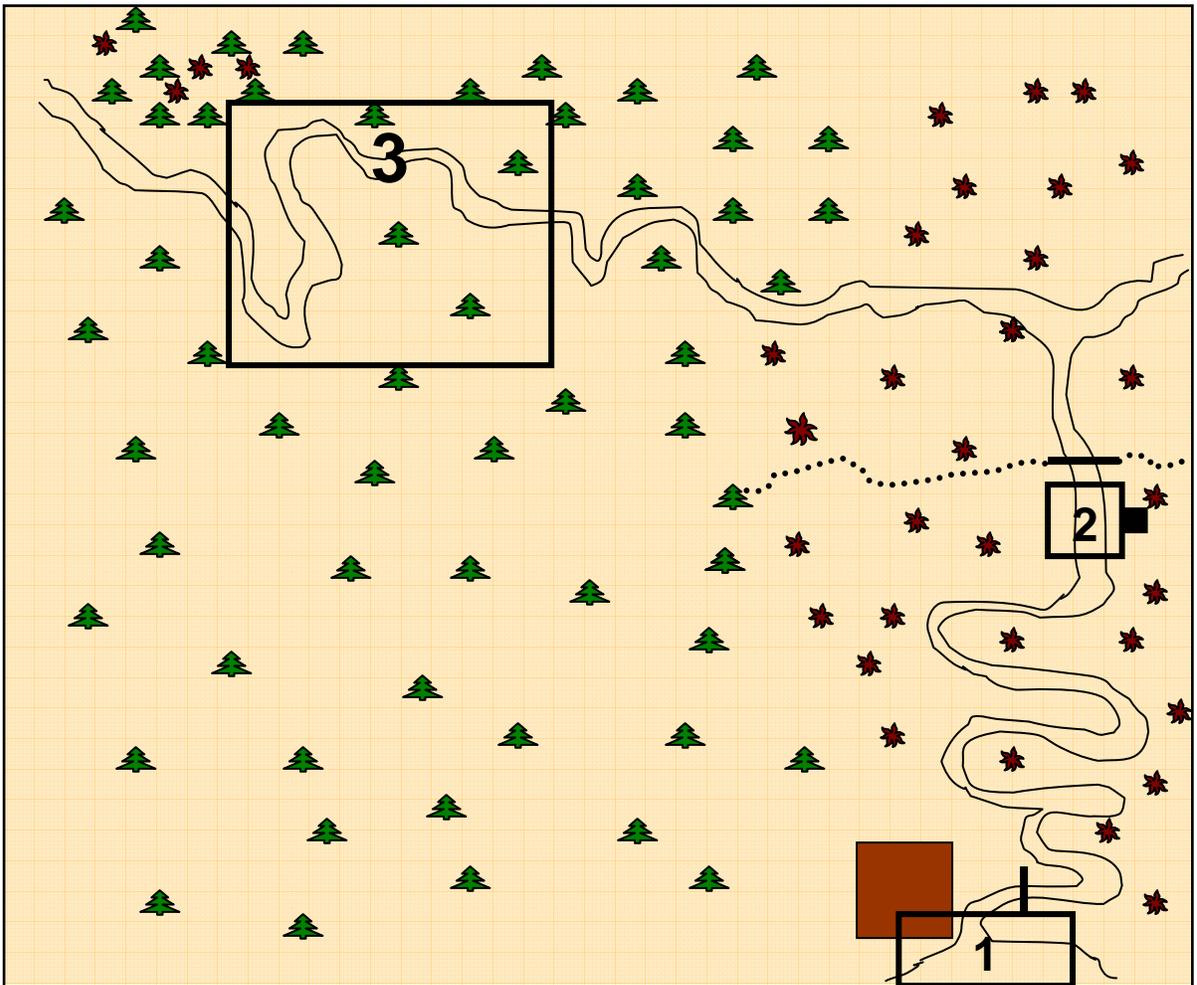
Métodos

Debido a la nula obtención de recapturas de peces marcados, implementamos una metodología adicional para la estimación de la abundancia. Esta metodología se basa, en un método paramétrico de conteo a lo largo de transectos y se describe en detalle en Seber (1982). En nuestra implementación, definimos 4 áreas mayores, a saber: Laguna Parrillar, Chorrillo Hermoso Desembocadura, Chorrillo Hermoso Caseta CONAF, y Chorrillo Hermoso Bosque de acuerdo a las siguientes figuras:



- 1** Ultimo punto del transecto, sector Desembocadura Chorrillo Hermoso.
- 2** Punto partida de transecto, sector de Puntilla.
- 3** Punto cercano a Bahía Protegida.
- 4** Punto en Arroyo Turba 1.
- 5** Punto entre Río Oeste y Río Desaguadero.
- 6** Punto entre Arroyo Este 1 y Chorrillo Hermoso.

Figura N° 42: Dirección buceo para el avistamiento de truchas en Laguna Parrillar



- 1** Transecto 1 correspondiente al sector de Desembocadura Chorrillo.
- 2** Transecto 2 correspondiente al sector Chorrillo Hermoso - Caseta CONAF
- 3** Transecto correspondiente al sector Chorrillo Hermoso - Bosque.

Figura Nº 43: Dirección buceo para el avistamiento de truchas en Chorrillo Hermoso

Sin embargo, no observamos peces en la laguna así que nuestra estimación de abundancia cubre los sectores de Chorrillo Hermoso, que desemboca en la laguna y que es donde, se obtienen los mayores éxitos en pesca deportiva.

En general, el método aplicado supone que al recorrer un transecto y observar a los animales de la población de interés, es más probable observar a aquellos que están cerca del transecto. De hecho, en nuestra aplicación, la probabilidad de observar un pez, decae exponencialmente con la distancia al transecto, y el transecto recorre el centro del arroyo. Por lo tanto, los datos básicos que se colectan, son el número de avistamientos y la distancia de avistamiento. Debido a que, la gran mayoría de los peces son avistados con un cierto ángulo respecto del eje del transecto y la distancia que de hecho se mide es la distancia entre el buzo y el pez, no la distancia entre el eje central del transecto y el pez, entonces es necesario registrar el ángulo de observación respecto del eje central del transecto, según se indica en la Fig. 43. La distancia entre el pez y el transecto es:

$$x = h \cos(q).$$

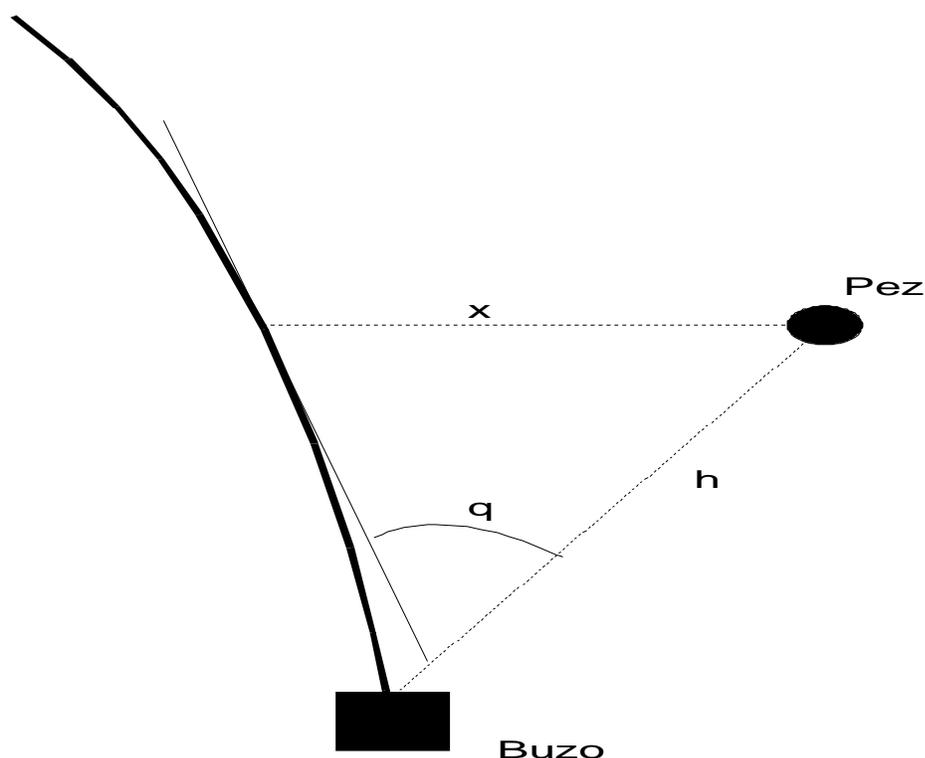


Figura N° 44: Registro de observaciones de distancia a y ángulo de salvelinos en los transectos de evaluación. La línea gruesa es la trayectoria del transecto. La línea delgada es la tangente en la perpendicular entre el transecto y el pez. La distancia angular entre buzo y pez es h , y el ángulo de observación respecto de la tangente es q . La distancia entre el transecto y el pez, x , es el dato de interés para el cálculo de la abundancia

Dados los datos de conteo de peces a lo largo del transecto y distancias entre el pez y el transecto, establecemos las siguientes presunciones:

- 1) Los peces están distribuidos al azar e independientemente sobre el área poblacional A , y por lo tanto la probabilidad que un pez se encuentre en la región δA es $\delta A/A$.
- 2) El avistamiento de un pez es independiente del avistamiento de otro pez,
- 3) Ningún pez es contado más de una vez,
- 4) Si el pez escapa al ser avistado, el buzo es capaz de registrar la distancia a

- la posición que el pez ocupaba antes de ser asustado,
- 5) La respuesta del conjunto de peces al avistamiento no cambia durante la observación,
 - 6) Los peces son homogéneos en su respuesta al avistamiento, y
 - 7) La probabilidad que un pez sea visto, dado que está a una distancia perpendicular x respecto de la tangente del transecto, es una función exponencial de x , $g(x)$.

Dadas estas presunciones, Seber (1982, p. 28-31) demuestra que un estimador de máxima verosimilitud de la probabilidad que un pez sea observado desde el transecto es,

$$\hat{P} = \frac{2L}{A} \int_0^{\infty} g(x) dx = \frac{2L \sum x_i}{A(n-1)}$$

donde L es la distancia recorrida en el transecto, A es el área poblacional cubierta por el transecto, n es el número de peces avistados, y x_i es la distancia recta a la cual un pez fue observado. En este modelo, la tasa de decaimiento exponencial de la probabilidad de avistamiento de un pez con la distancia recta al transecto es $(n-1)/\sum x_i$. El estimador de máxima verosimilitud de la abundancia total es:

$$\hat{N} = n / \hat{P} = \frac{A(n-1)}{2L\bar{x}}$$

y una aproximación a su varianza es (Seber 1982, p. 31)

$$\hat{v}(\hat{N}) = \frac{n}{\hat{P}^2} \left[1 - \hat{P} + \frac{n}{n-2} \right] \quad m_i = w_1 l_i^{w_2} \lambda_i$$

a) Estimación de la abundancia – Sector Laguna Parrillar

Hubo cuatro viajes de pesca, pero las capturas fueron suficientes para ajustar el modelo de regresión múltiple de captura y esfuerzo sólo en un viaje de pesca, el 4 de Enero de 2006 (Tabla 17). A pesar que la estimación de abundancia parece razonable (136 peces en 2 km de costa, con 10% de los peces fueron capturados con un esfuerzo total de 60 intentos en 114 minutos), existe una alta imprecisión estadística asociada al estimado. Como esta franja de costa corresponde aproximadamente al 15% del total de la línea, y abarca hasta una profundidad de 4 m lo que corresponde a aproximadamente un 63% de la superficie de la Laguna, es razonable expandir el estimado de la franja observada al total de la Laguna multiplicando el estimado de la franja 11 veces, suponiendo que las áreas no observadas de la Laguna contienen una cantidad proporcional de peces. En este caso la estimación corresponde a 1496 peces.

Tabla 17.- Cantidad de salvelinos estimada por un modelo de captura y esfuerzo para una franja de 2000 m a lo largo de Laguna Parrillar, mortalidad anual y tasa intrínseca de crecimiento poblacional. Se indican las desviaciones estándar entre paréntesis

Fecha	Esfuerzo Total (intentos)	Captura Total	Tiempo Promedio entre Capturas (min.)	Abundancia (Número)	Tasa de Mortalidad (año ⁻¹)	<i>r</i>
5/10/2005	63	4	40	----		
4/1/2006	60	13	9	136 (295)	1.13 (0.12)	1.69
11/1/2006	89	10	15	----		
14/3/2006	46	10	12	----		

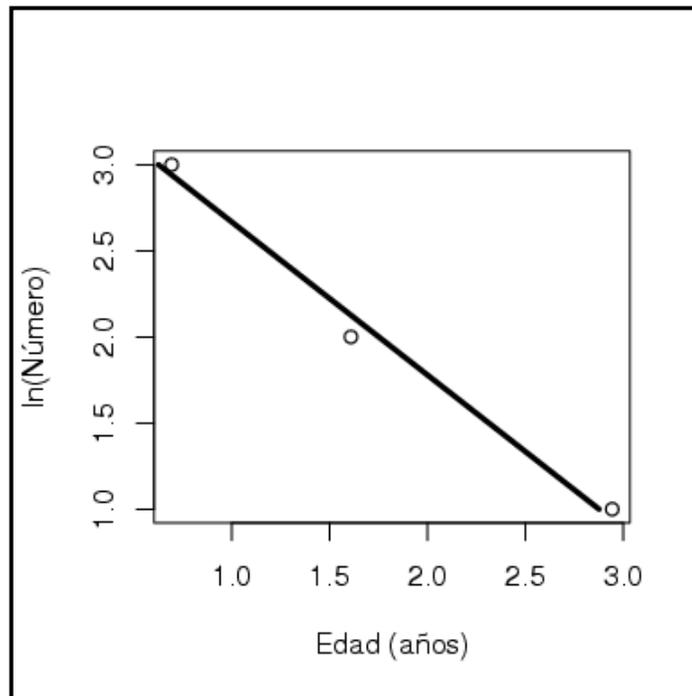


Figura N° 45: Estimación de la tasa de mortalidad anual según el modelo de decaimiento exponencial (método de la curva de captura)

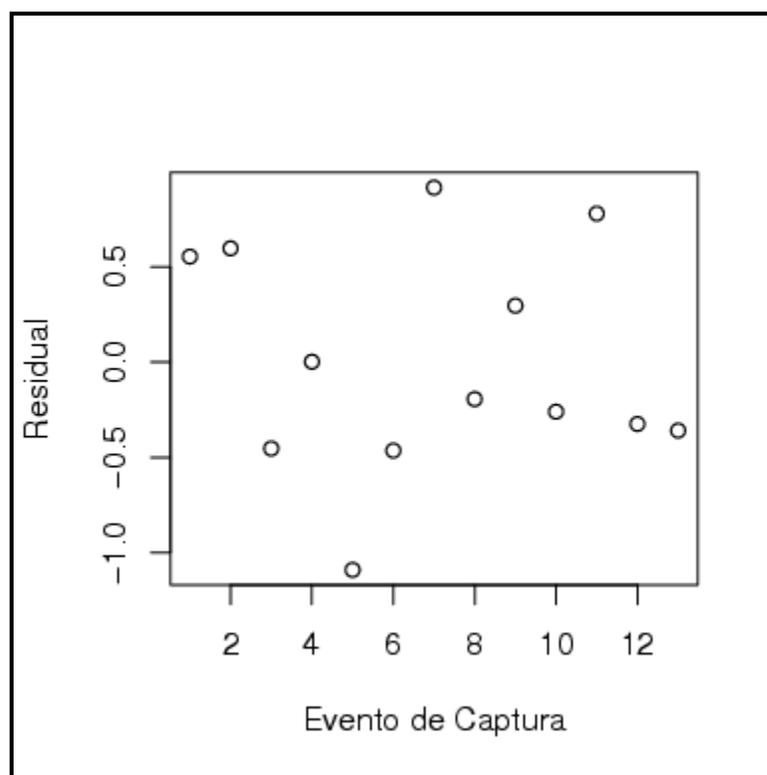


Figura N° 46: Residuales del modelo de captura de salvelino y esfuerzo aplicado a la pesca con caña en un borde de 2000 m de costa en la Laguna Parrillar

b) Estimación de Abundancia – Sector Chorrillo Hermoso y Bosque

En la región de Chorrillo Hermoso se estimó una población total de 1184 peces con una buena precisión estadística (Tabla 18). Cabe hacer notar que la suma de las abundancias de sector Chorrillo Hermoso y Laguna Parrillar ($1184 + 1496 = 2680$) está cerca del mínimo que esperábamos estimar (establecimos que esperábamos entre 2000 y 20000 peces), sólo comparando las áreas del sistema de la Laguna Parrillar con las áreas de cuerpos de agua en el Hemisferio Norte donde se ha estimado la abundancia por marcaje y recaptura.

Tabla 18: Resultados de la evaluación del tamaño poblacional sobre la base de avistamiento de salvelinos desde transectos mediante buceo

	Desembocadura	Caseta	Bosque	Total
	CONAF			
Área (m ²)	3745	1875	5465	11085
Longitud (m)	1000	600	1450	3050
Conteo de Peces	94	34	218	346
Suma de las Distancias (m)	48.91	19.40	117.25	185.56
Tasa Exponencial (1/m)	1.90	1.70	1.85	
Probabilidad de Avistamiento	0.28	0.38	0.29	
Abundancia de Peces	334	90	760	1184
Error Estándar de Estimación	45	20	67	83
Coefficiente de Variación (%)	13.47	22.22	8.82	7.02

Índice de Condición.

El índice o factor de condición de los salvelinos parece ser muy estable, ya que, fue contrastado con parámetros tales como; sexo, lugar, época, peso y longitud. No encontrándose ningún tipo de relación directa o inversa, lo que hace suponer que la condición de los salvelinos es independiente de dichos factores. En la siguiente secuencia se puede apreciar el comportamiento del índice de condición con los mencionados parámetros:

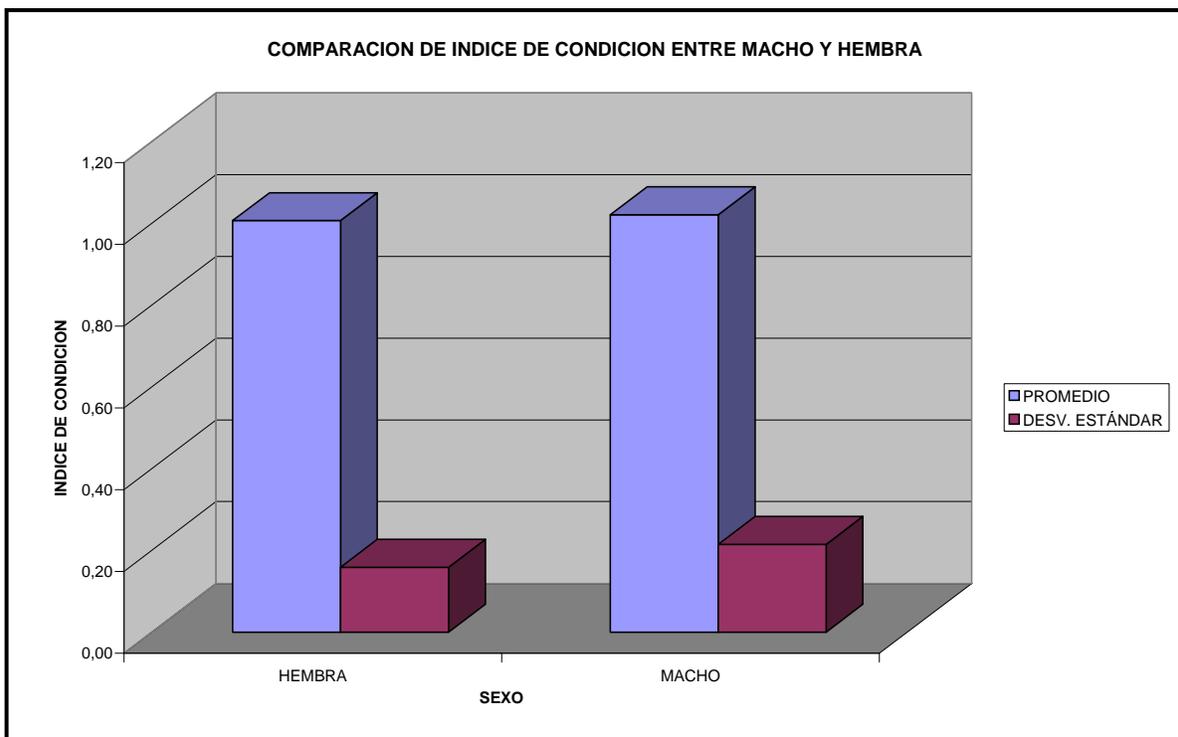


Figura Nº 47: Gráfico de comparación entre índice de condición para macho y hembra

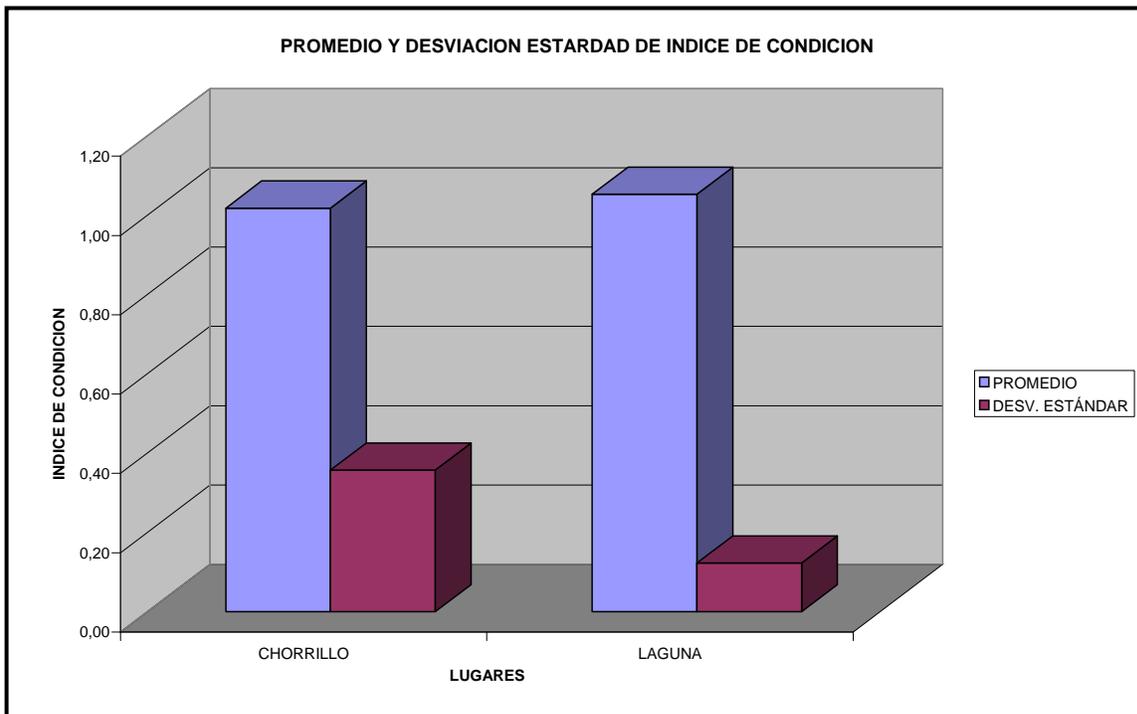


Figura Nº 48: Gráfico de promedio y Desviación Estándar del K por lugares

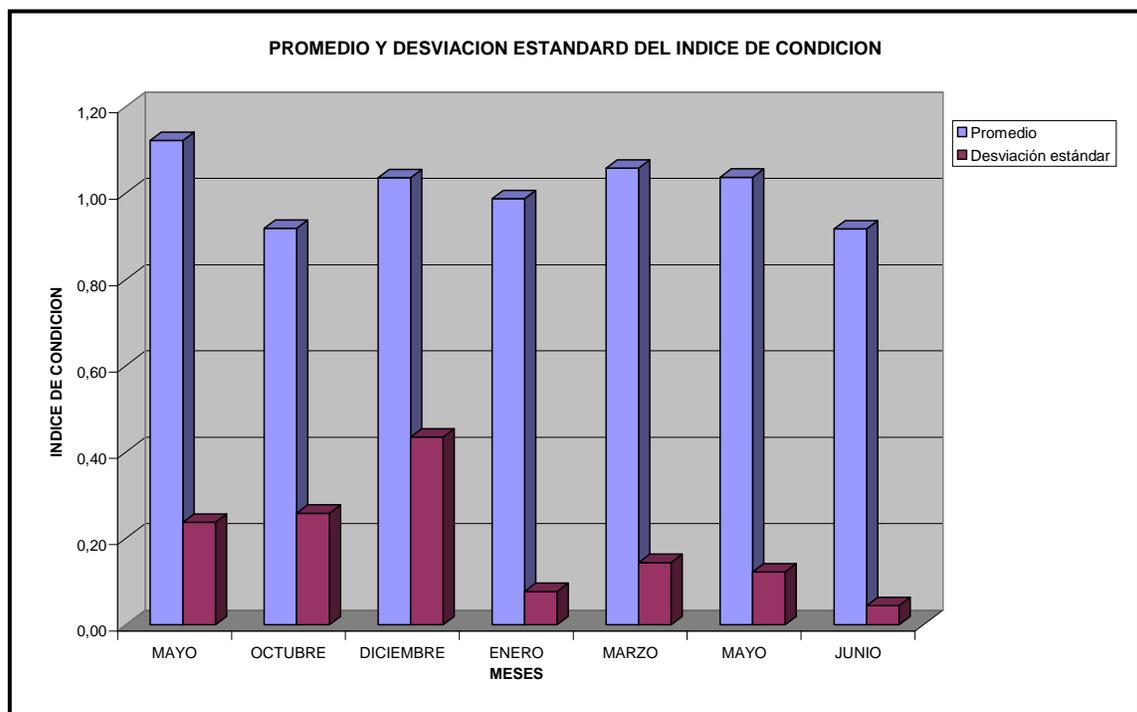


Figura Nº 49: Gráfico de promedio y Desviación Estándar del K por meses

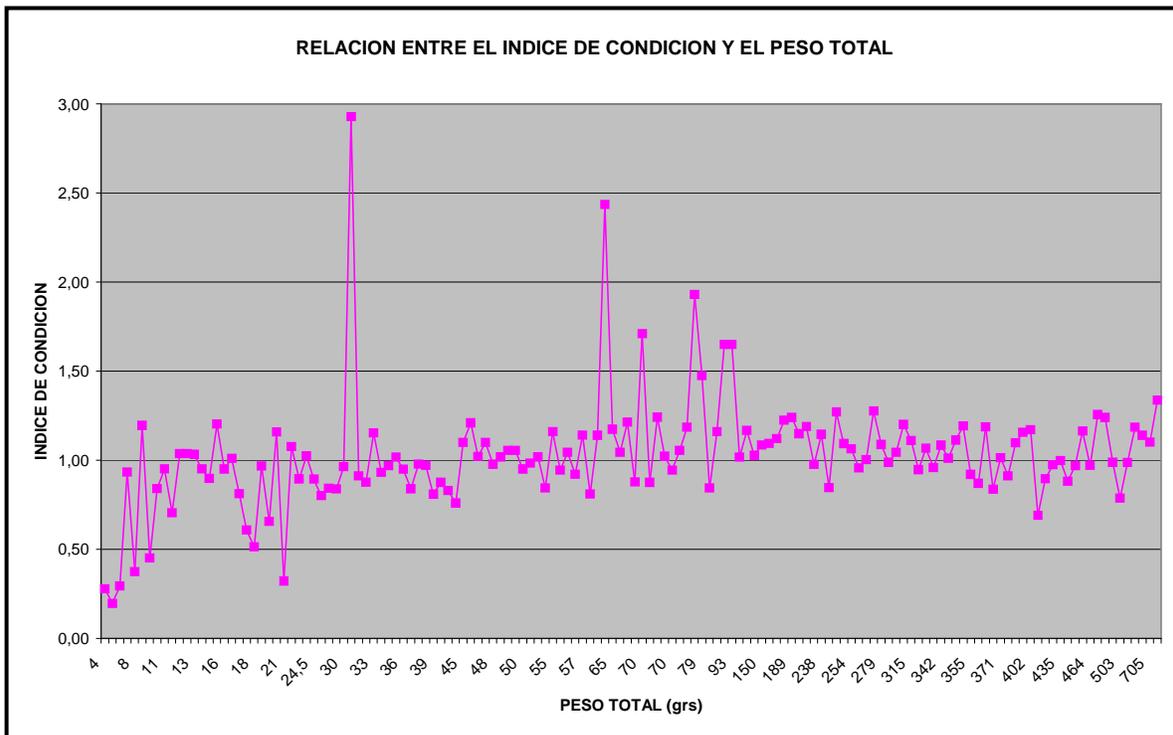


Figura Nº 50: Relación entre índice de condición y peso total

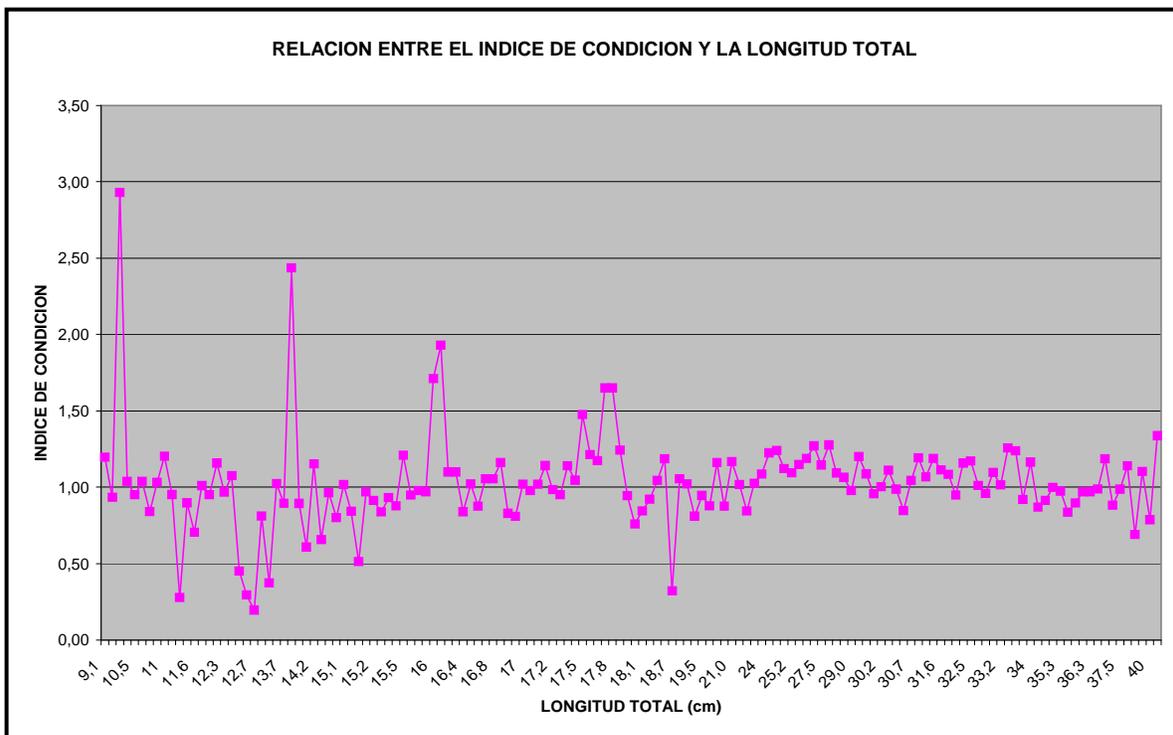


Figura Nº 51: Relación entre índice de condición y longitud total

Los peces de la Laguna son de mayor tamaño (y por extensión, de mayor edad) y de mayor peso que los peces del Chorrillo (Fig. 54). La presencia de los nidos en el afluente y no en la Laguna, así como estas estructuras de talla y peso, sugieren que los peces juveniles viven separados de los adultos y que migran desde el Chorrillo hasta la Laguna.

Por otro lado, aún cuando, se realizaron esfuerzo de pesca muy similares entre el principal chorrillo y la laguna sobre el 70% del total de capturas se concretaron en el chorrillo tal como lo muestra la figura siguiente:

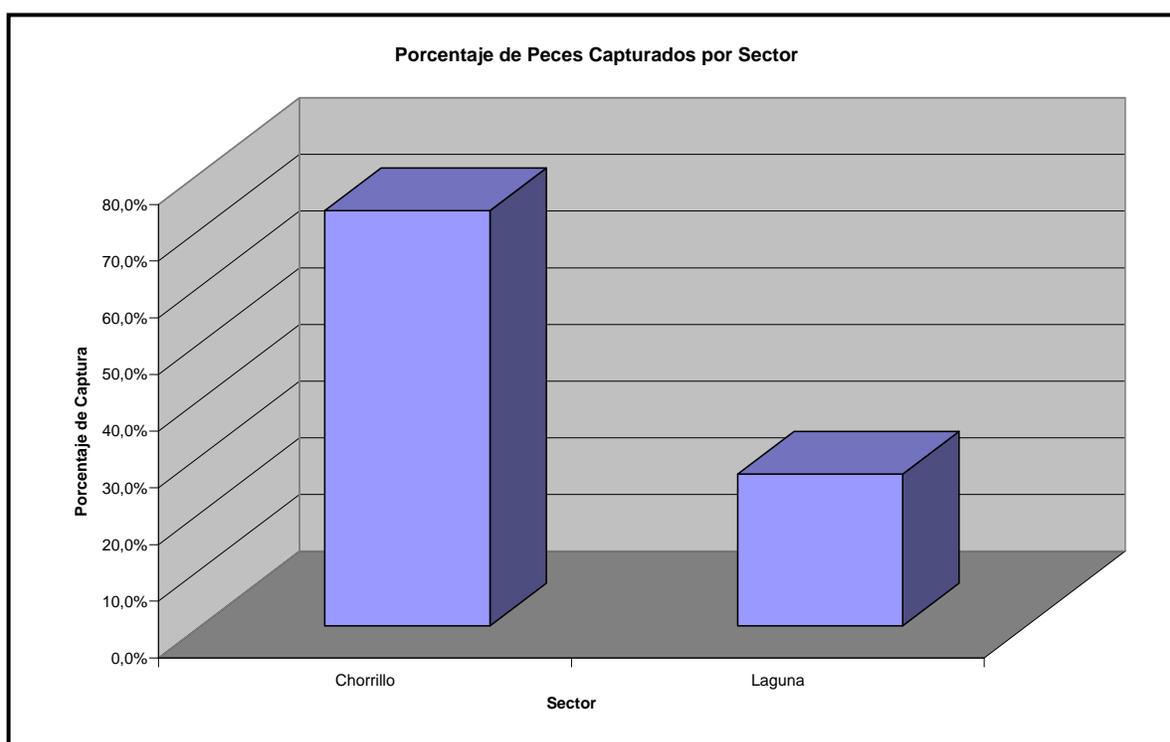


Figura Nº 52: Gráfico de porcentaje de peces capturados por sector

En cuanto al tamaño promedio y la desviación estándar de los peces capturados por sector es reconocible la supremacía de los salvelinos capturados en la laguna, más aún se presentaron con una desviación mucho menor.

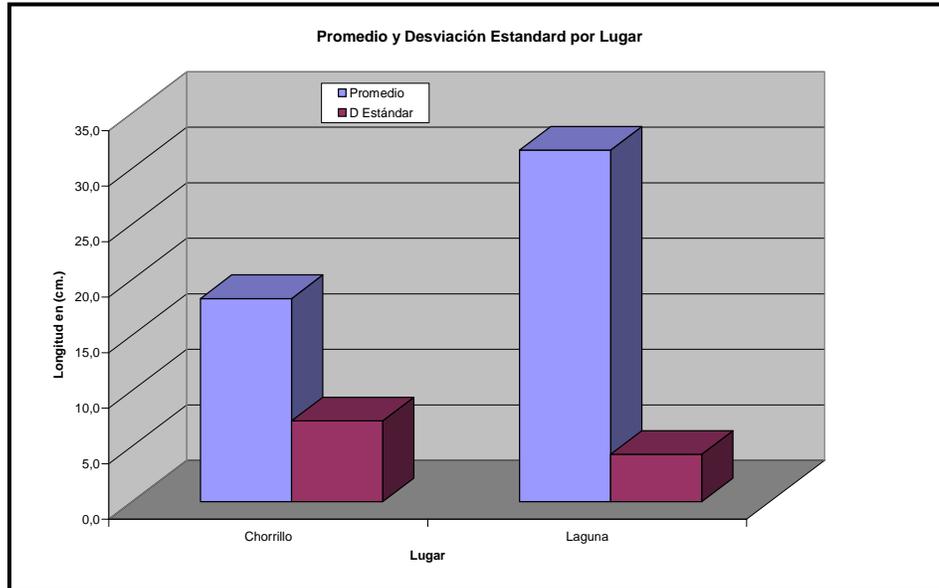


Figura N° 53: Longitud promedio y desviación estándar de salvelinos capturados por sector

Esto se ve reafirmado al evaluar el promedio y desviación estándar del peso, ya que notoriamente las muestras del chorrillo son inferiores a la de la laguna y con una mayor dispersión también.

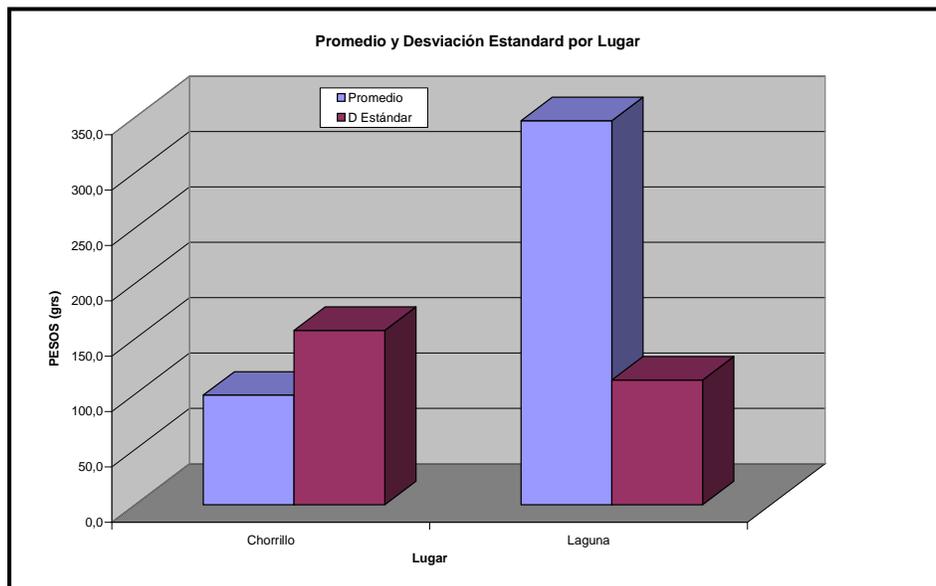


Figura N° 54: Peso promedio y desviación estándar de salvelinos capturados por sector

Determinación de Edad

Previamente a determinar la edad a través de la lectura de anillos en las escamas se validó la relación existente entre ambos parámetros, la cual se presenta en la siguiente figura:

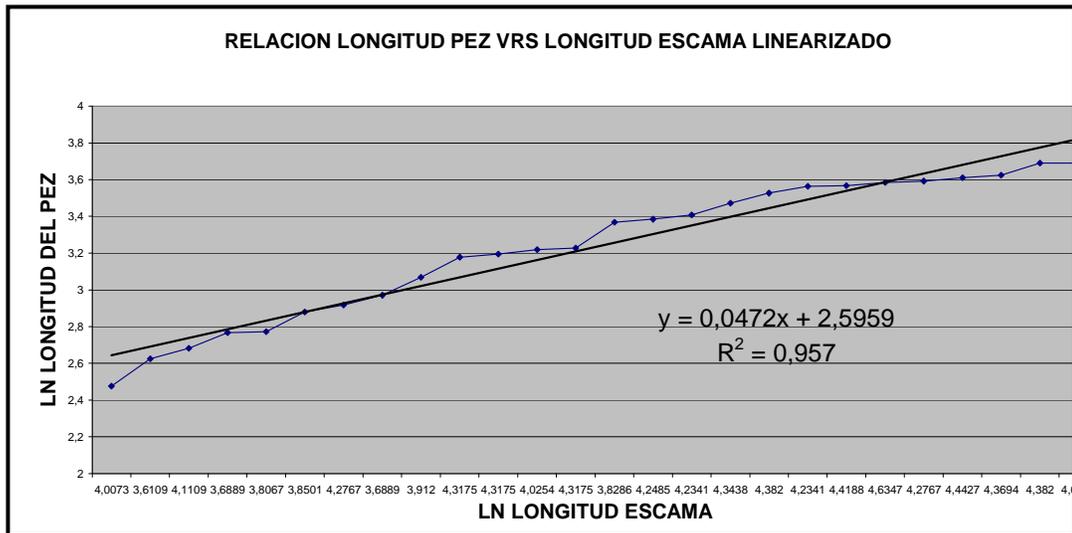


Figura N°55: Relación longitud del Pez versus Longitud de la escama

Esta relación es importante para confirmar la correlación que existe entre ambos parámetros como ya ha sido reportado en muchos estudios referidos al tema, pero que no estaba registrado para esta especie en Chile.

Luego, la lectura de escamas de acuerdo al conteo de anillos (annuli) principales relacionó truchas de 20 a 25 cm de longitud total, tenían entre 1 y 2 años de vida, las superiores a 25 cm entre 2 y 3 años y las superiores a 35 cm más de tres años de vida: Esto, indicaría un tamaño bastante acorde para los salmónidos, ya que según Nicieza y Braña (2006), los salmónidos al cabo del primer año alcanzan 12 a 14 cm, asimismo, en las escamas de la mayoría de los peces que alcanzan entre 14 y 18 cm, en el tiempo de formación del primer anillo de río no es posible discernir una fase correspondiente a crecimiento de primavera anterior a la esmoltificación, de modo que ellos asumen que han esmoltificado y abandonado el río con el mismo tamaño que tenían en el invierno previo.

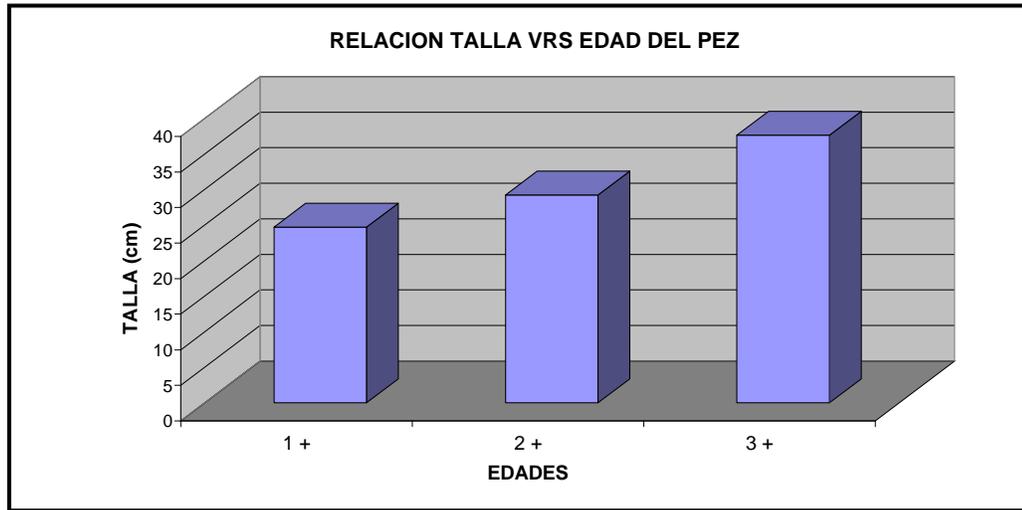


Figura N°56: Relación talla versus edad del pez

Por otro lado, la distribución de edades de los Salvelinus es cerca de un 74% para truchas de entre 1 y 2 años, un poco más de un 19% para truchas de 2 a 3 años y solo un 7% para truchas superiores a los tres años.

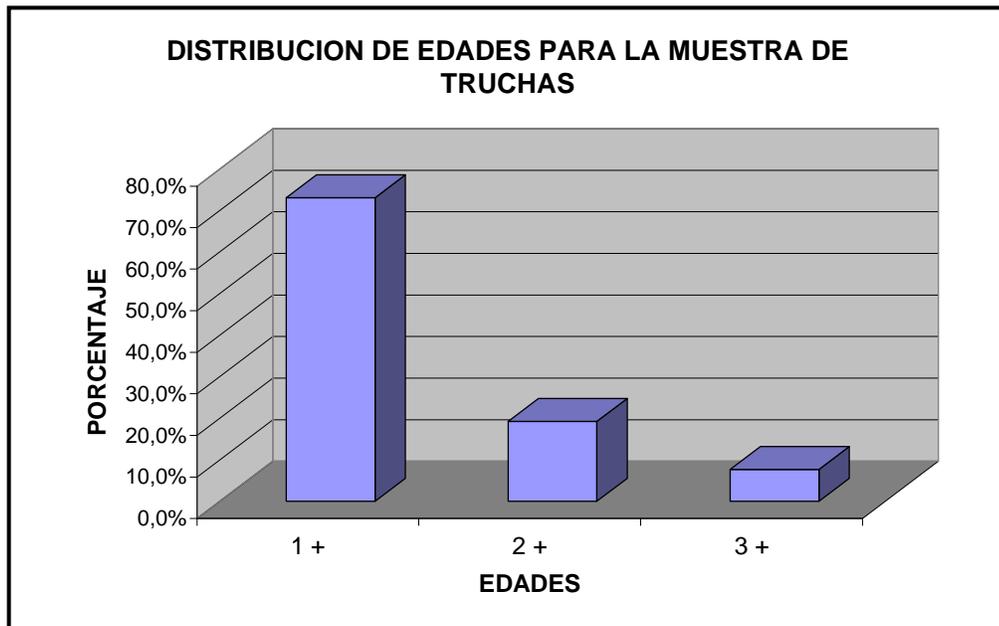


Figura N° 57: Distribución porcentual por edades de truchas de arroyo de Laguna Parrillar

El gran porcentaje (70%) de peces menores a 20 cm, que habita preferentemente el Chorrillo Hermoso fue asignado con edades entre 1 y 3 años, de acuerdo a la lectura de anillos en las escamas. Esto, en un primer análisis podría indicar una discordancia con respecto a la esperada tasa de crecimiento que tiene la especie y la temperatura del agua en la laguna. Sin embargo, de acuerdo a Luchini (2000), la trucha de arroyo en la Patagonia argentina madura a los 2 a 3 años y esto concuerda con lo encontrado en Parrillar, ya que la mayoría de los peces de esa talla, sobretodo macho, se encontraban maduros.



Figura Nº 58: Escama de pez, macho de 18,1 cm y 45 g. de peso. 20 circulis, 2 annuli y 650 micras de radio total de escama, maduro.

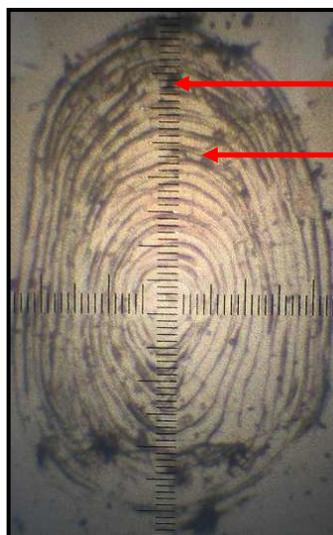


Figura Nº 59: Escama de pez, macho de 16,6 cm y 40 g de peso. 14 circulis, 2 annuli y 862 micras de radio total de escama, maduro.



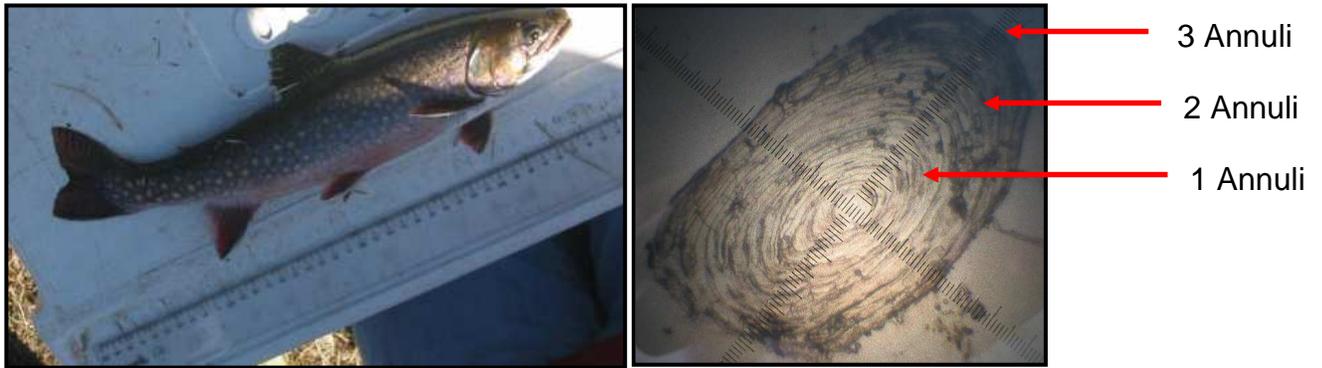


Figura N° 60: Escama de pez, macho de 37,1 cm y 450 g de peso. 22 circulis, 3 annuli y 925 micras de radio total de escama, maduro.

Tabla N°19: Asignación de edad a todas las muestras procesadas

N° Muestra	Fecha Captura	Longitud pez (cm)	Radio Total	Circulis Total	Edad Asignada	N° Annuli
1	04-01-2006	11,9	55	17	1 +	1
2	04-01-2006	13,8	37	10	1 +	1
3	04-01-2006	14,6	61	17	1 +	1
4	04-01-2006	15,9	40	14	1 +	1
5	04-01-2006	16	45	19	1 +	1
6	04-01-2006	17,8	47	15	1 +	1
7	04-01-2006	18,5	72	19	2 +	1
8	02-05-2005	19,5	40	15	1 +	1
9	02-05-2005	21,5	50	26	1 +	1
10	02-05-2005	24	75	19	1 +	1
11	02-05-2005	24,4	75	15	1 +	1
12	11-01-2006	25	56	15	1 +	1
13	02-05-2005	25,2	75	15	1 +	1
14	02-05-2005	34	80	15	2 +	2
15	11-01-2006	35,3	69	25	3 +	3
16	11-01-2006	35,4	83	19	1 +	1
17	11-01-2006	36	103	25	1 +	1
18	11-01-2006	36,3	72	17	1 +	1
19	02-05-2005	37	85	12	2 +	2
20	11-01-2006	37,5	79	21	1 +	1
21	02-05-2005	40	80	40	3 +	3
22	02-05-2005	40	60	26	2 +	2
23	02-10-2005	18,1	43	20	2 +	2
24	02-10-2005	16,6	31	14	2 +	2
25	02-10-2005	37,1	52	22	3 +	2
26	02-10-2005	16,8	71	30	2 +	2

Objetivo Específico 3c: Establecer una relación longitud-peso para los salvelinos de la laguna

d) Relación Longitud Peso

Los salvelinos de la Laguna Parrillar y afluente, ambos sexos, se caracterizan por alcanzar pesos corporales muy ajustados a lo que predice su talla, con escasa dispersión (Fig. 61). Esto sugiere que existe fuerte homogeneidad en la oferta de alimento en la población.

Tabla 20: Resultados del ajuste del modelo de potencia para la relación longitud peso de los salvelinos, todas las áreas y ambos sexos agregados

Parámetro/Cantidad	Estimado/Valor	Desviación Estándar
Número de pares	106	
Intercepto	0.0058	0.0014
Potencia	3.168	0.080

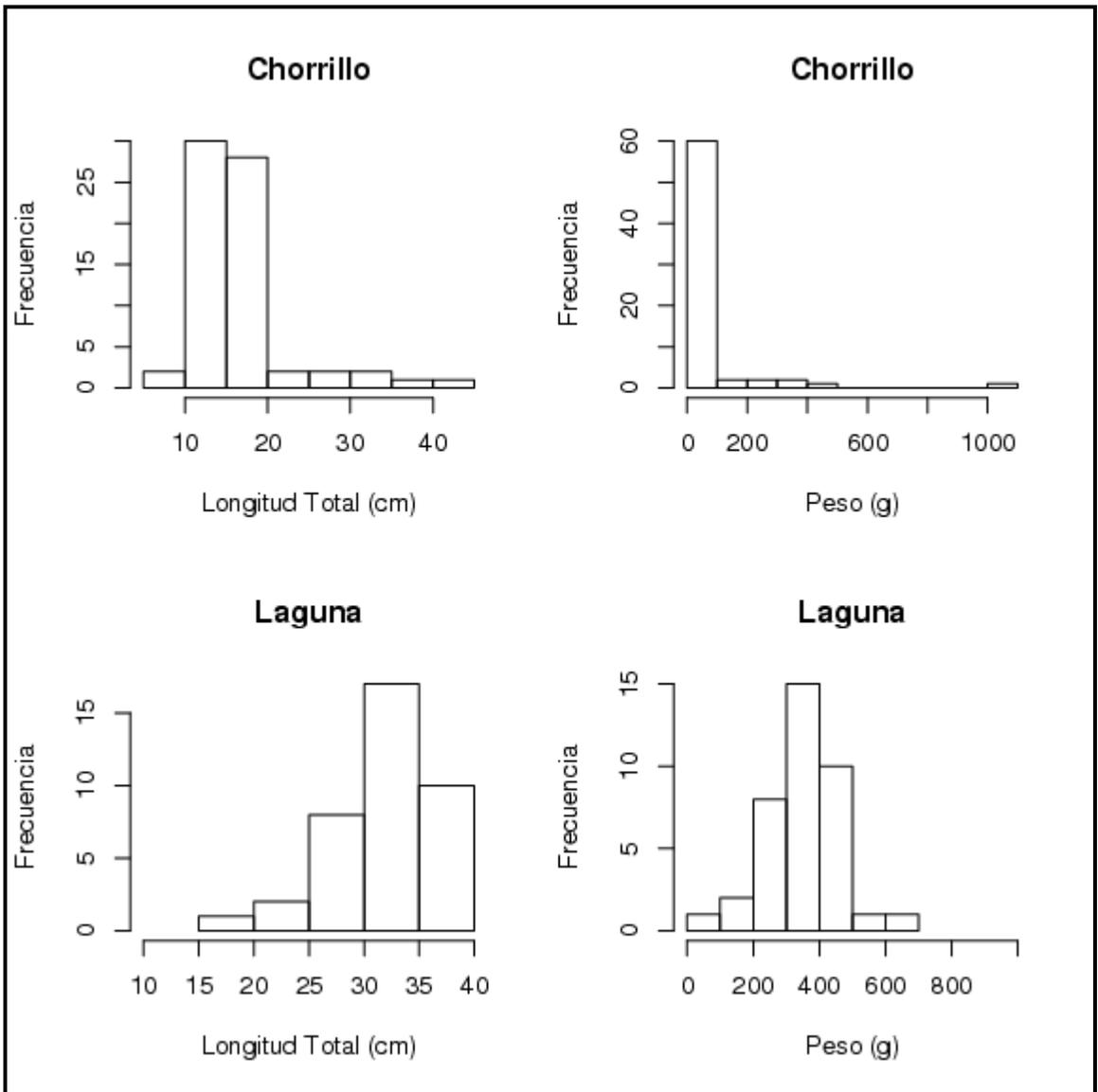


Figura N° 61: Estructura de tallas y pesos del salvelino en el afluente versus la Laguna

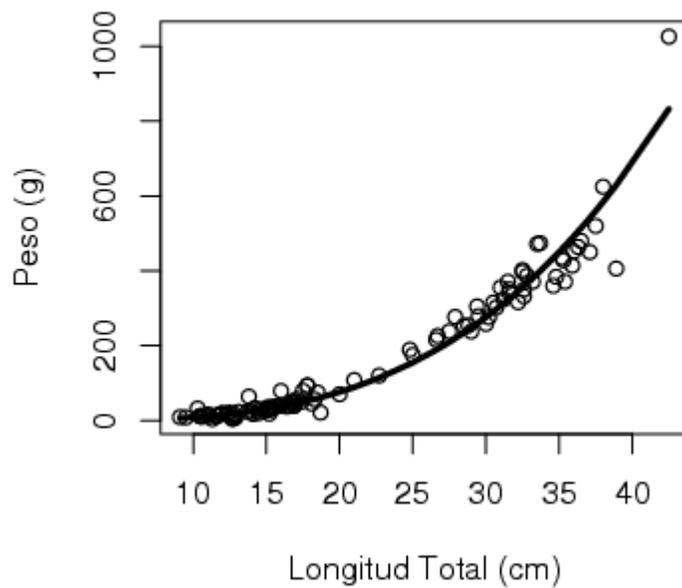


Figura N° 62: Observaciones de peso a la talla (círculos) y modelo ajustado (línea) en el salvelino

Objetivo Especifico 3d: Establecer la dieta para cada estación del año, sólo de modo cualitativo.

La identificación del contenido estomacal de truchas capturadas se puede ver en el Anexo 3, además de lograr identificar la macrofauna de sedimentos, tanto de la laguna como del Chorrillo Hermoso. La metodología involucraba que una vez capturados los organismos eran sacrificados para extraer los órganos los que fueron mantenidos en recipientes cubiertos con formol al 5% para su posterior análisis en laboratorio.

Las muestras de macrobentos, fueron extraídas desde el fondo mediante un cuadrante de fierro de 25 por 25 cm., donde se extrajo todo el material existente en la superficie y hasta 10 cm. de profundidad, para luego ser analizadas en el laboratorio.



Figuras Nº 63: Extracción de vísceras de peces sacrificados para analizar contenido estomacal

Una vez en el laboratorio las muestras eran diluidas en varias placas petri para su posterior observación bajo la lupa estereoscópica a una resolución de 4X.

Se analizó el contenido estomacal de 15 truchas, los principales resultados se presentan a continuación:

Tabla Nº 21: Composición taxonómica del contenido estomacal de Truchas Capturadas en el Chorrillo Hermoso

	Trucha 1	Trucha 2	Trucha 3	Trucha 4	Trucha 5
Fecha	May-05	Dic-05	Dic-05	Dic-05	Dic-05
Peso (gr.)	70	17,76	11,55	17,8	16,71
LT (cm.)	16	11,5	10,5	12,4	12,3
TAXA					
Anfípodos	0	4	0		0
Larva insectos	0	70	45	8	2
Díptero (adulto)	0	0	25	13	28
Tricóptero (adulto)	0	0	0	0	0
Oligoqueto	0	4	0	0	0
Caracol	0	0	0	0	0
OTROS					
Piedras	0	0	0	0	0
Semillas vegetales	0	0	70	10	13

La trucha capturada en Mayo presentó el estómago e intestino vacío lo cual es atribuible a la época del año y al estado grávido del pez, ya que se trató de un macho maduro.

Tabla N° 22: Composición taxonómica del contenido estomacal de Truchas Capturadas en la Laguna Parrillar

	Trucha 6	Trucha 7	Trucha 8	Trucha 9	Trucha 10	Trucha 11	Trucha 12	Trucha 13	Trucha 14	Trucha 15
Fecha	Dic-06	Dic-06	Dic-06	Dic-06	Ene-06	Ene-06	Ene-06	Ene-06	Ene-06	Ene-06
Peso (gr.)	54,88	42,83	91,02	43,11	520	625	464	371	428	773
LT (cm.)	(*)	(*)	(*)	(*)	37,5	38	36,3	35,4	35,3	40,2
TAXA										
Anfípodas	17	0	22	1	30	18	4	4	15	0
Larva insectos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Díptero (adulto)	0	2	3	9	0	0	0	2	0	
Tricóptero (adulto)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
Oligoqueto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caracol	0	0	0	0	2	0	0	0	0	52
OTROS										
Piedras	0	0	6	0	9	0	0	2	0	0
Semillas vegetales	0	3	8	5	0	0	0	0	0	0

(*) no se pudo registrar la longitud debido a la pérdida del ictiómetro

Como se puede apreciar en las tablas N°21 y 22, la dieta de esta especie esta constituida principalmente por artrópodos, además de otras especies que conformaron la macrofauna observada en el contenido estomacal y en la que encontramos:

- ❖ Amphipodas: Hyalellidae, Paramelitidae y Calliopiidae. Todos ellos se caracterizan por no tener una cabeza fusionada con el segmento torácico, sus placas coxales se encuentran bien desarrolladas, presentan ojos laterales pigmentados al igual que pleópodos y urópodos.
- ❖ Caracoles: Moluscos lacustres con concha espiral.
- ❖ Dípteros: Corresponden a las moscas verdaderas, es un orden bastante amplio cuyos integrantes poseen alas anteriores funcionales mientras que las posteriores están reducidas en forma de protuberancias. Estos organismos presentan una metamorfosis completa; incluye mosquitos, tábanos y jejenes.
- ❖ Tricópteros: Insectos de cuerpo blandos con dos pares de alas peludas membranosas y partes bucales masticadoras poco desarrolladas; metamorfosis completa.

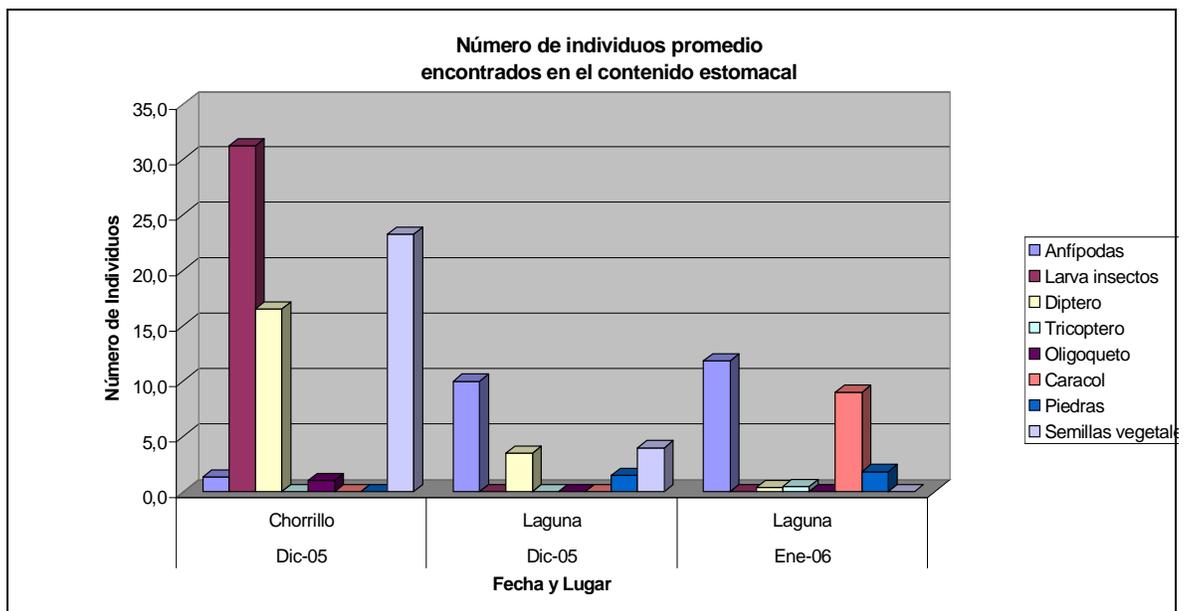


Figura N° 64: Número de individuos promedio encontrados en el contenido estomacal

Las larvas de insectos, anfípodos y semillas vegetales, son las especies más frecuentes en las muestras. La mayor diversidad y cantidad de alimento se encuentra en las muestras tomadas en diciembre de 2005 en el Chorrillo, contrariamente, en la laguna a la misma fecha, las truchas presentaban menor cantidad de alimento. A continuación se presentan una serie fotográfica con algunas de las especies encontradas:



Figura N° 65: Díptero o mosca verdadera encontrada en la cavidad visceral de un adulto



Figura N° 66: Anfípoda dulceacuícola perteneciente a las regiones australes

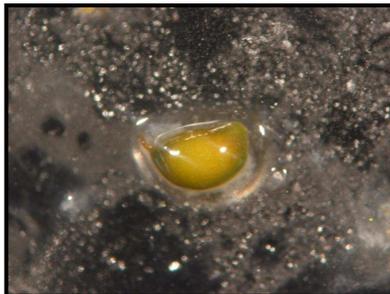


Figura N° 67: Semilla de vegetal, conforma un alto porcentaje de la dieta alimenticia de los juveniles



Figura N° 68: Molusco Gastrópodo encontrado en el tracto digestivo de una trucha adulta

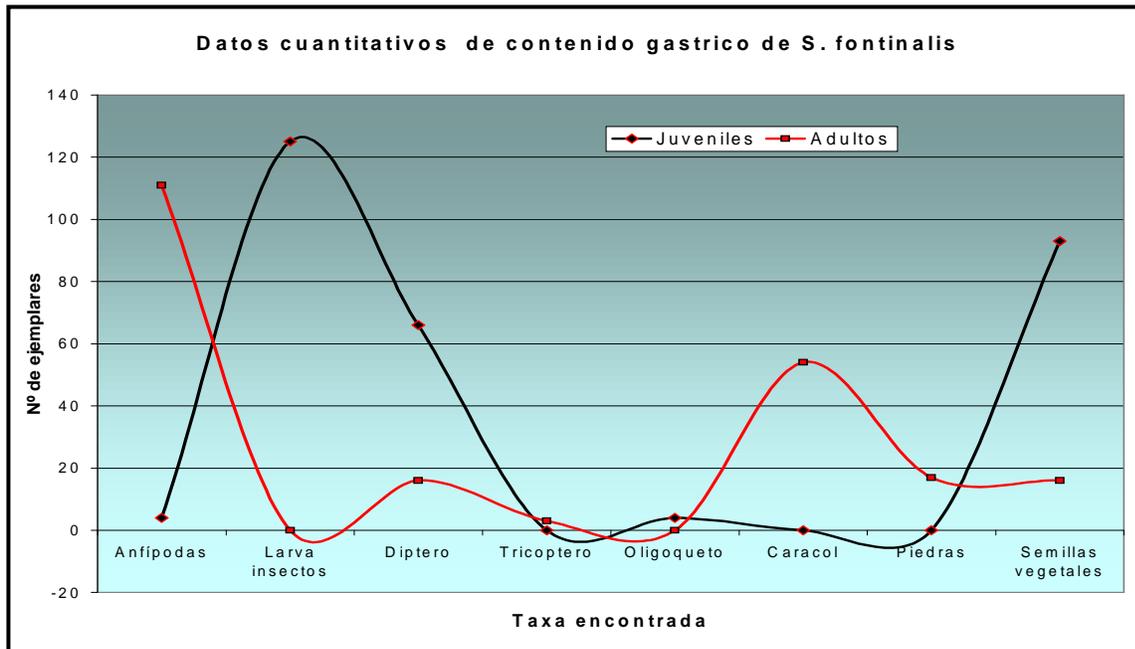


Figura N°69: Contenido estomacal encontrado en ejemplares juveniles y adultos de trucha

De acuerdo a los datos de los ejemplares capturados en la laguna y el chorrillo, se puede observar que el chorrillo posee mayor disponibilidad de alimento, y por tanto, sería el lugar más adecuado para la supervivencia de los juveniles de trucha de arroyo. Aparentemente, la laguna no representa un buen hábitat para alevines (durante todos los esfuerzos de pesca no se capturaron juveniles de la especie) debido a la comparativamente menor disponibilidad de alimento con respecto al chorrillo, aún cuando, existen más factores que pueden explicar esto, como la depredación y el tamaño de las presas.

Tabla N° 23: Identificación y conteo de especies en el macrobentos del Chorrillo y la Laguna

Taxa	4 de Diciembre de 2005			4 de Enero de 2006		14 de Marzo de 2006		19 de Abril de 2006		TOTALES
	Laguna	Punto I	Punto III	Laguna	Punto II	Punto VI	Punto III	Punto I	Punto V	
Larva Insecta I	55	1	8	45	2	5	2	1	1	120
Larva Insecta II	15	0	0	18	0	0	0	0	0	33
Oligoquetos	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Amfipodas I	1	0	0	5	3	6	3	2	1	21
Amfipodas II	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6
Huevo Trucha	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla anterior, es esperable encontrar disponibilidad de especies reconocibles cuando su biomasa sea más abundante, es decir, durante los meses estivales. Además, no se pudo realizar muestreos de macrobentos durante los meses de invierno debido al congelamiento de los cuerpos de agua. Por otro lado, el método de selección de la toma de muestras debió ser dirigido, debido que, al realizarlo aleatoriamente en muchas ocasiones se trató de fondos fangosos no apropiados para la vida de las truchas.

Objetivo Especifico 3.e: Discutir los factores que afectan y que pudiesen limitar las tasas de crecimiento en este sistema (temperaturas, abundancia de alimento, etc.).

Nicieza y Braña (2006), en un estudio de retrocálculo a través de escamas para salmónidos de tres ríos de Asturias, España, indican que al final del primer período de crecimiento, los salmónidos de 1 año de río forman distribuciones de tamaño normal con modas entre 12 y 14 cm. Esto es concordante con lo encontrado en la laguna Parrillar.

La tasa de crecimiento de la trucha de arroyo, es bastante alta si se le compara con otros salmonídeos, como la trucha de lago e incluso la trucha arcoiris, ya que su crecimiento por unidad térmica (TGC) es de 0,107, versus la trucha de lago que es de 0,086 para un intervalo de peces de 0,2 a 3,5 g y una temperatura controlada de 8,7°C. (Gunther et al, 2005).

Según Rasmussen and Ostenfeld (2000) la trucha de arroyo tiene una tasa instantánea de crecimiento (SGR) de 0,52% por día, versus la trucha arcoiris que tiene 0,56%, para un intervalo de peso de 150 a 250 grs. y alimentados con una dieta baja en energía. Esto demuestra que esta especie por si sola teniendo las condiciones adecuadas responde con una tasa de crecimiento adecuada.

Por otro lado, Wafa et al (2004), indicaron en sus resultados que para la trucha de arroyo, aparentemente, la tasa de crecimiento es más dependiente de la información genética que, de los factores ambientales, no así, los hábitos alimenticios que si dependen del ambiente.

Sin embargo, las condiciones de disponibilidad de alimento y temperatura no son las optimas para la especie en la Laguna Parrillar, es así que, según (Cole, 1988), los estados larvales de insectos y demás constituyentes del zooplancton, son eslabones débiles en el ciclo de vida, particularmente en el sistema lótico, donde los nutrientes se encuentran demasiado diluidos y son tan escasos que las diminutas larvas no podrían defenderse por ellas mismas. La Laguna Parrillar no es la excepción a esta escasez, aquí la alimentación se basa principalmente en anfípodos, larvas de insectos, algunos insectos adultos y semillas, encontrándose en muy pocos casos otro tipo de alimento, como oligoquetos, siendo incluso mayor que éste, la presencia de piedras en el estomago de ejemplares adultos de trucha de arroyo (ver tabla N°23, página 106).

Esto sumado a la curva térmica del agua (Fig. N°33 , página 67) a lo largo del año, hace posible que la especie tenga una tasa de crecimiento lento. No así, su factor de condición y distribución por talla que se encuentra normal. Sin embargo, si se evalúa la disponibilidad de alimento como efecto sobre la tasa de crecimiento del salvelino de arroyo, es posible aseverar que causa un resultado negativo.

Objetivo Específico 3.f: Sobre la base de la información obtenida al cumplir el objetivo específico 2 y los muestreos de peces, determinar si existe una variabilidad espacial notoria en la abundancia, distribución de tamaños o condición de los salvelinos.

En general, los peces juveniles viven en el chorrillo y luego cuando alcanzan la adultez migran a la laguna. Esto, de acuerdo a la frecuencia de tallas encontradas en cada uno de estos ambientes. Por otro lado, al existir gran relación entre la longitud y el peso es esperable que la oferta alimentaria sea muy estable para los diferentes tamaños de peces. El índice de condición, tanto de diferentes tallas como a lo largo del año se mantiene muy estable, lo cual reafirma lo anterior referido a la oferta alimentaria. Asimismo, el análisis realizado al fondo de la laguna sugiere que gran parte de ella no se presenta como viable para la disponibilidad de alimento y quizás, sea un lugar de tránsito de los adultos sobretodo en los meses estivales cuando la oferta insectívora de la superficie del agua aumenta.

Objetivo específico 4. Estudiar las características, motivaciones y comportamientos de los pescadores, tanto deportivos como furtivos, que hacen uso de la laguna. Determinar la captura de salvelinos por unidad de esfuerzo de pesca deportiva. Determinar la presión de pesca furtiva.

Objetivo específico 4.a: Realizar encuestas directas a pescadores deportivos que vayan a pescar a la laguna, determinando las artes de pesca usadas, el cumplimiento de las regulaciones existentes, las características de los peces capturados, la captura por unidad de esfuerzo, y las preferencias (o sea, ¿qué significa para los pescadores tener un buen día de pesca en Parrillar: sacar muchos salvelinos chicos, dos sobre 40 cm, etc.), así como la disponibilidad a retorna, el gasto en ir a pescar, la disposición da gastar más por mejor pesca, y cualquier otra variable socioeconómica que se considere de utilidad para gestionar la pesquería.

Para lograr lo descrito anteriormente, se realizaron encuestas directas (Anexo 4) a pescadores deportivos, logrando determinar las artes de pesca utilizadas, el cumplimiento de las regulaciones existentes, características de los peces capturados, captura por unidad de esfuerzo, gastos, entre otros puntos. Se efectuaron dos tipos de encuestas, con la misma finalidad, las que fueron repartidas a los mismos pescadores y el retorno se efectuó por medio de un buzón, instalado en las dependencias de CONAF al interior del parque. Del análisis de las encuestas recibidas se obtuvieron los siguientes resultados (Anexo 5):

- El 74,5% de los encuestados utiliza como arte de pesca el sistema conocido como spinning o tradicional, mientras que solo el 23.6% se vale de la pesca con mosca; cabe señalar que en los casos en que los encuestados respondieron que utilizaban ambas alternativas (5%) se asumió que serían principiantes en la pesca con mosca por lo que se consideró el spinning como arte frecuentemente utilizados por ellos.

- Se pudo determinar que el 77,1% de los pescadores deportivos se encuentran en desconocimiento de la normativa que regula como talla mínima de extracción a ejemplares de 35 centímetros de longitud total, debido que, cuando se consulto por lo que consideraban “baja talla” el 54.3% señalo a ejemplares de menos de 20 centímetros; el 22.9% ejemplares de menos de 30 centímetros y solo el 20.0% de los encuestados reconoció que peces por sobre los 40 centímetros de longitud total eran considerados como aptos para la captura o sacrificio.

Además un 11,4% del universo reconoció extraer peces por sobre la normativa, que indica un máximo de 3 salvelinos por día, estos incluso reconocieron capturar por sobre las 9 piezas/día. En lo que se refiere al tema de la captura y liberación, solo el 29.1% informó que sí realiza liberación, mientras que el 69.1% no ejecuta esta acción, sin embargo, este último porcentaje consideró a un número de encuestados que indicaba ambas alternativas (12,7%) por lo que se asume que en el caso de no encontrar peces de baja talla en la jornada, el pescador sacrificaría la totalidad de los ejemplares capturados.

- A través de la encuesta se logró identificar que; el 60% de los encuestados obtiene entre 0 y 3 piques y capturan el 100% de los piques, asimismo, el 100% de las personas que reconocen tener más de 9 piques, captura el 100% de ellos.
- El universo de los pescadores asiduos a la laguna, están conformados por hombres de 39 años como edad promedio (entre los 16 y 58 años), además de ser en su totalidad residentes de la ciudad de Punta Arenas. En su mayoría (89.1%) han realizados visitas previas al sector (con fines deportivos), debido principalmente a que la laguna es considerada buena por la cercanía con la ciudad, el número de peces que se pueden capturar en una jornada, además del bajo costo que significa realizar el deporte en

este ambiente, donde el 51.4% informa que el viaje diario le significa un costo entre \$5.000 y \$10.000 por visita; el inconveniente se basa principalmente en el disgusto de los pescadores debido a la baja talla de los ejemplares capturados.

Objetivo específico 4.b: Averiguar la disposición de los pescadores deportivos a completar encuestas por si solos, informando de su pesca diaria en la laguna y a cumplir con regulaciones que pudiesen ser más estrictas que las actuales, al menos en lo que se refiere a la captura y muerte de truchas, o bien al tamaño que se permita matar.

En conjunto con las encuestas dirigidas a los pescadores individuales que asisten al parque, y como punto importante dentro del desarrollo del proyecto, se destacó la participación de algunos clubes de pesca, más específicamente cinco (22,7% del universo total existente en la XII región de Magallanes), el aporte entregado por ellos por medio de su representante o presidente consistió en indicarnos su postura frente a la captura de *S. fontinalis* en Laguna Parrillar, principalmente como círculo asociado a la pesca regional, donde el 90% de ellos, no asiste a realizar campeonatos o actividades similares, sino que, más bien, utiliza este lugar como centro para el desarrollo de la camaradería entre amigos que mantengan el mismo interés, estos grupos no sobrepasan las 5 personas. Los motivos de asistir a la Laguna como grupo de amigos y no como clubes de pesca se resume en las siguientes ventajas y desventajas:

Tabla N° 24: Resumen de clubes participantes en la encuesta

Nombre Club	Persona entrevistada	Cargo que desempeña
Rama de pesca Regimiento "Pudeto"	Suboficial Santiago Sanhueza	Delegado
Club deportivo Pesca y Caza "Arcoiris"	José Gallardo Alvarado	Presidente
Club deportivo de pesca "Pica Pica"	Hugo Barrientos Vera	Presidente
Club de Pesca EDELMAG	Alexis Cortes Díaz	Representante
Club de Pesca "Yaganes"	Patricio Zenteno	Presidente

VENTAJAS

La preferencia de los aficionados a la pesca por desarrollar esta actividad en la Laguna se basa principalmente en la cercanía del sector con la Ciudad de Punta Arenas, lo que conlleva otras preeminencias como;

- El abaratamiento de costos (movilización, equipamiento, alimentación, etc.)
- La disminución y mejor aprovechamiento de tiempo requerido para realizar los esfuerzos de Pesca.
- La captura de truchas de manera rápida y fácil, fundamental en la Laguna, debido que, la actividad se desarrolla en solo un día.
- El elevado número de piezas capturadas con un mínimo de esfuerzo.
- También se considera que los ejemplares pertenecientes a este sector gozan de un buen sabor.

DESVENTAJAS

- Considerada la principal desventaja que presenta la Laguna, es que, el peso de los salvelinos capturados ha disminuido considerablemente, ya que, hace una década atrás, se podía capturar salvelinos de hasta 3.000 g, situación que, difiere completamente con la actual, donde la trucha de gran tamaño no supera los 1.200 g y sobretodo son muy escasos. Esto conlleva a la baja de entusiasmo por parte de los clubes a realizar actividades en el sector, debido que, en su mayoría los aficionados a este deporte no buscan cantidad sino que más bien, calidad, asociada principalmente, al peso de las piezas capturadas.
- Otra desventaja identificada por los pescadores, es que, las condiciones climáticas en la Laguna son muy impredecibles, sobretodo, el fuerte viento. Por lo tanto, su éxito o efectividad de pesca, a veces, se ve muy influenciado por esto.
- Y como desventaja principal se encuentra la indiscriminada pesca furtiva, la que es señalada como la responsable de la desaparición de truchas de gran tamaño y sobre la cual no pesa ningún control eficiente, debido a lo poco claro que resultan las medidas de mitigación por parte del Estado.

Todos ellos concuerdan, que es necesaria una mayor fiscalización de la pesca al interior de la Reserva Nacional, tanto dentro, como fuera de la temporada, la que debiera ser dirigida principalmente a los artes de pesca utilizados (donde el más requerido es la pesca con carnada viva que facilita considerablemente la captura de varias piezas y en poco tiempo) y al número de piezas que son sacrificadas para evitar el agotamiento de estos. Como propuesta sostienen que el cierre de la laguna para fines deportivos sería la más adecuada y eficiente siendo el tiempo de duración no inferior a los 2 años y a priori lograr la recuperación del recurso.

Objetivo específico 4.c. Determinar preliminarmente la presión de la pesca furtiva.

Luego de transcurrido todas las visitas a terreno, más las entrevistas con efectivos de CONAF, lugareños, estancieros y finalmente de haber recorrido gran parte de la Reserva es posible resumir la presión de pesca furtiva en los siguientes puntos:

- La principal pesca furtiva, se realiza durante los meses de marzo y abril de cada año y se concentra en la zona alta del Chorrillo Hermoso, donde llegan a desovar los reproductores y son capturados con ganchos y anzuelos con carnada viva. Esto demostrado por entrevistas con lugareños, por elementos o artes de pesca encontrados por el equipo de este proyecto y por huellas e indicios de tránsito en estos sectores durante los meses antes mencionados.
- Secundariamente, existe pesca furtiva en los sectores mas alejados de la zona de camping, específicamente cercano al Chorrillo Oeste o de la Turba, esto demostrado por el tipo de asentamiento o disposición de los campamentos para varios días, donde resaltan cordeles para secado de peces y restos de utensilios o artes de pesca ilegales. Sin embargo por la disminución del número de ejemplares de gran tamaño en la Laguna, es probable que el efecto de estos pescadores sea menor que el ocasionado por los que pescan reproductores en el sector alto del Chorrillo Hermoso.



Figura N° 70: Anzuelo no permitido en la Reserva, encontrado en las cercanías del chorrillo.



Figura N°71: Gancho de captura ilegal encontrado cerca de puntos de freza

Objetivo específico 5. Zonificar la Laguna Parrillar y su zona ribereña (y posiblemente sus tributarios, su desagüe y el tramo de río adyacente, en el caso del desove) en zonas de desove, áreas ambientales vulnerables, y áreas con diferentes usos (camping, etc.). Destacar aquellos que pudiesen ser potencialmente conflictivos.

Objetivo específico 5. a: Tomando en cuenta la reproducción de los salvelinos, la variabilidad espacial en las abundancias, condiciones y/o tamaños, la vulnerabilidad ambiental de los distintos sectores, y el uso actual (observado y obtenido de encuestas), proponer una metodología simple para zonificar el uso de la laguna, su zona ribereña, y sus tributarios y desagüe, si corresponde. Aplicar tal metodología, considerando la información generada al cumplir con los objetivos específicos anteriores.

Es necesario dividir la reserva en cuatro sectores. Las áreas son las siguientes:

1. Tramo Chorrillo Hermoso desde Caseta CONAF a Desembocadura.

Este tramo del arroyo comprende un lugar de freza, por lo que sólo se autorizará la pesca con devolución, además se prohibirá la pesca durante la época de desove. Este es un punto particularmente sensible, puesto que concentra la mayor afluencia de público, ya que, aquí están ubicados los camping. A raíz de lo anterior se sugiere prohibir acampar en este lugar durante la época de desove, que debiera definirse desde el 1 de marzo al 31 de mayo de cada año.

2. Tramo Chorrillo Hermoso desde Caseta CONAF a Puesto María

Este sector es el más crítico debido a que concentra la mayor pesca furtiva y que tiene su acceso antes de la entrada principal a la Reserva Forestal, por lo que se hace necesario implementar un sistema de “Guarda Pesca” durante los meses de desove (marzo a mayo), es decir, que exista un vigilante que patrulle el lugar a fin de resguardar el proceso de desove de los salvelinos. Durante los demás meses del año, se debiera permitir la pesca con devolución en este sector y con sólo la extracción de dos peces mayores a 40 cm de longitud total. Otra medida, podría ser, instalar la portería principal de la Reserva, justo antes de la entrada que utilizan los pescadores furtivos para acceder a la zona alta del río ($53^{\circ} 22,93'S$; $71^{\circ} 15,41'W$), ya que, gran parte de la zona crítica de desove está dentro de la Reserva.

3. Tramo costero Laguna Parrillar desde Puntilla a aducción Aguas Magallanes S.A.

Este sector debería ser rotulado e identificado por agua (boyas) y tierra (letreros), como un lugar exclusivo para pesca con liberación, por tratarse de un área donde se concentra la mayor cantidad de peces de mayor tamaño.

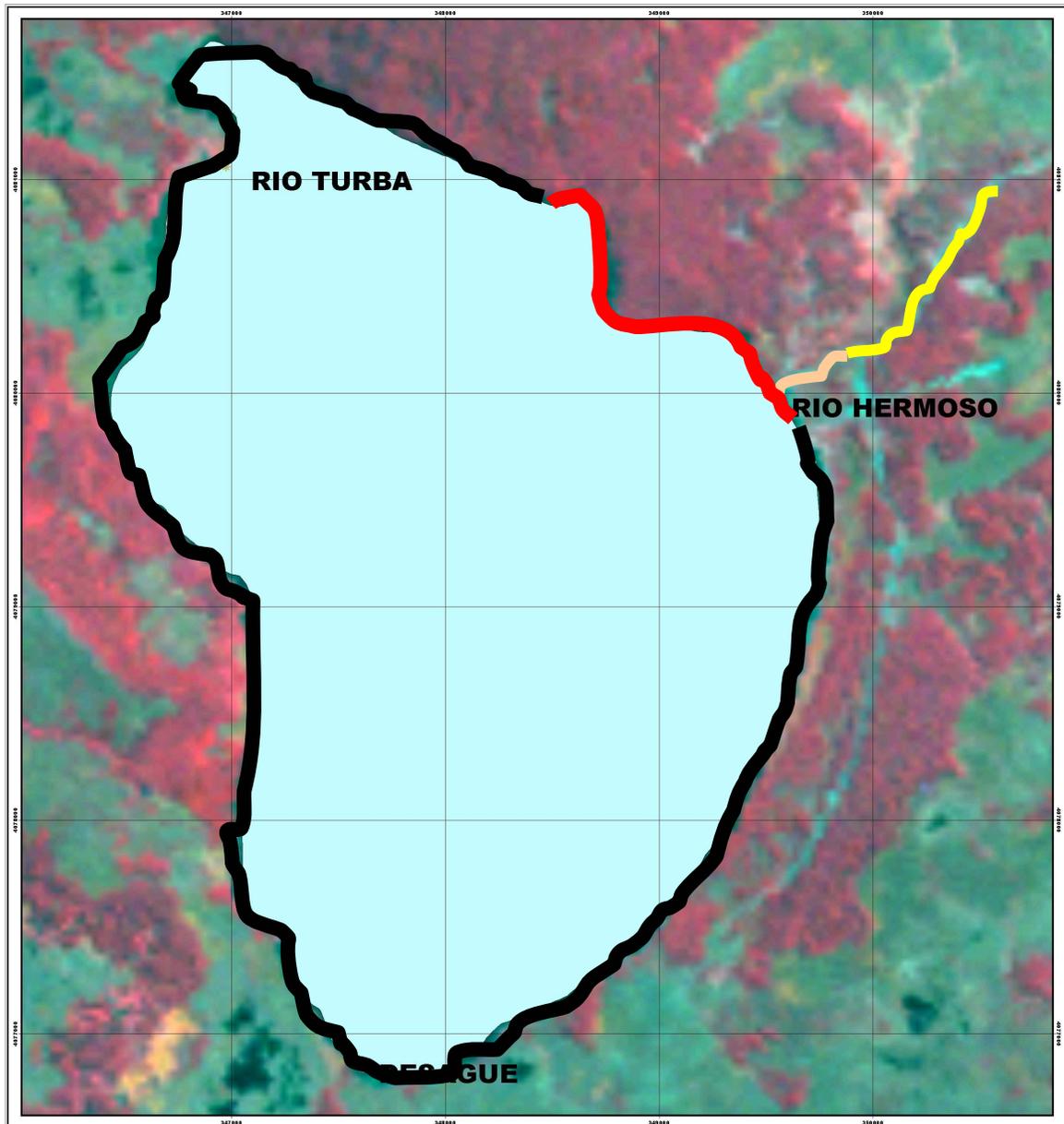
4. Tramo costero Laguna Parrillar comprendido en todo el desarrollo de línea de costa, excepto el tramo 3 antes mencionado

Por ser el lugar que menos concentra biomasa de peces, este sector debiera permitirse pesca con extracción máxima de 3 ejemplares con un mínimo y máximo de talla que debiera ser de 30 a 40 cm de longitud total. Esto para garantizar la permanencia de cohortes de peces más sensibles. como son las mas pequeñas y mayores.

Además, para todos los sectores se propone:

- La prohibición del uso de embarcaciones a motor, sólo autorizándose embarcaciones a remo y vela.
- Se debería prohibir la mantención en cualquier tipo de recipiente de truchas capturadas.
- Se propone el desplazamiento de la administración desde su actual terreno a un nuevo lugar en la zona de mayor afluencia, es decir, en el sector del camping, para lograr un mejor control sobre las actividades que se realicen tanto en el sector 1 y 3.
- La utilización de cuatriciclos 4X4 en zonas en las que no provoque daño al suelo o bien la utilización de animales como caballos para el correcto control de la pesquería furtiva. Sobre todo en el sector 1.

SUPERFICIE "LAGUNA PARRILLAR"



-  Tramo 1. Desde desembocadura Chorrillo y hasta caseta CONAF.
-  Tramo 2. Desde caseta CONAF y hasta puesto María.
-  Tramo 3. Laguna, desde Puntilla y hasta Aguas Magallanes S.A
-  Tramo 4 comprende zona costera de Laguna Parrillar excepto el tramo 3.

Figura N° 72: Zonificación Reserva "Laguna Parrillar"

Objetivo específico 6. Proponer un plan integral de manejo, reglamentación y fiscalización de la pesca recreativa en la Laguna Parrillar y sus afluentes y desagüe (asumiendo que puede ocurrir desove en éstos últimos), basado en los resultados de los objetivos específicos 1.2.1 a 1.2.5 y en la información biológica disponible sobre salvelino de arroyo.

Objetivo específico 6.a: Analizar la necesidad de tener una veda temporal de la actividad de pesca en la laguna y/o sus tributarios y desagüe. Si se concluyese que es necesario determinar tal período de veda, de modo que guarde relación con el comportamiento reproductivo de los salvelinos de la laguna. Al respecto, debe considerarse la experiencia de otros países con pesquerías lacustres de esta especie. Evaluar la necesidad de definir áreas de protección, considerando los lugares y períodos de desove de los salvelinos.

Con el fin de no perjudicar a los pescadores legales asiduos a la laguna, es que no se sugiere establecer una nueva fecha para veda. Sin embargo, se deja claro, la necesidad de establecer una fiscalización de las zonas propuestas en el punto 5, a fin de respetar la pesca con liberación, la no pesca durante la época de desove y la extracción de peces sólo de zonas autorizadas y en los tamaños previstos.

Aún cuando, se hayan realizado registros de hembras próximas a desovar durante el mes de Enero, estas son insuficientes para sugerir un cambio de fechas en la veda y por lo tanto requieren de información adicional.

Además, una prohibición o veda de la laguna probablemente incentivará aún más a los pescadores furtivos a seguir realizando su negocio ilegal y a la vez perjudicará a las personas honestas que visitan la laguna habitualmente.

Objetivo específico 6.b: Sobre la base de las abundancias, tamaños y condición de los peces, la productividad secundaria y capacidad de carga estimada, la biología de la especie, la factibilidad de fiscalizar y otra información relevante obtenida o bien recopilada en este estudio, discutir si es factible mantener o mejorar la calidad de pesquería de salvelinos en la Laguna Parrillar decretando regulaciones especiales. Si fuese el caso, desarrollar tal esquema de regulaciones, justificando lo propuesto.

Como medida principal para el manejo del cuerpo de agua inserto en la Reserva, se propone realizar un nuevo proyecto financiado por el Fondo de Investigación Pesquera, que contenga un convenio entre la unidad ejecutora y una piscicultura cercana, este proyecto debiera incluir la captura de reproductores de *Salvelinus fontinalis* desde el área y durante los meses finales de verano con el fin de realizar ensayos que incluyan, desove, incubación y cultivo de primera alimentación en confinamiento para posteriormente realizar pruebas de liberación de alevines en los lugares especificados en este informe (sectores que contienen las condiciones propicias para el correcto desarrollo del salvelino). Paralelamente será necesario realizar estudios profundos de la producción secundaria y capacidad de carga de los cuerpos de agua lacustres de la Reserva, para determinar el tamaño de la población a reproducir en cautiverio.

Como aspecto complementario a la investigación realizada, está la posibilidad de haber encontrado una nueva especie de trucha en la Laguna. Esto fundamentado por el diferente aspecto externo que presentan las muestras de truchas extraídas a lo largo del Proyecto. A continuación se presenta una fotografía de un ejemplar de trucha fontinalis tradicional:



Figura Nº 73: *S. fontinalis*, de apariencia normal, en la ampliación se aprecian las manchas de color amarillo verdoso y algunas rojitas

Estas imágenes corresponden a un ejemplar de *Salvelinus fontinalis* capturado en el Chorrillo Hermoso y que muestra claramente su coloración, la parte superior es verde pálido o verde oliva, jaspeada con típicas manchas alargadas o irregulares de color amarillo verdosa. Flancos considerablemente más claros con borrones rojos, los cuales están generalmente bordeados con márgenes de azul intenso; la parte inferior es pálida, amarillenta (rojo carmín en la época de reproducción). Las aletas pectorales, abdominales y anales, son de un color que fluctúa del naranja al rojo; además, están limitadas anteriormente por un claro margen blanco.



Figura Nº 74: Trucha capturada en Chorrillo y que presenta una coloración que difiere considerablemente con la imagen anterior.

Al igual que el salvelino anterior este ejemplar de 17,8 cm fue capturado con caña mosquera en la tercera curva del Chorrillo Hermoso, pero existe una clara diferencia en la coloración, a pesar que existen pequeñas manchas irregulares de color amarillo, estas son considerablemente más claras y menos notorias que lo normal, además las pequeñas pintas rojas se encuentran completamente ausente. La parte superior del cuerpo es claramente plateado (característica inexistente en esta especie) y las aletas pectorales, abdominales y anal siguen siendo de un color rojizo, sin embargo, menos intenso.

Inicialmente, pareciera que se tratara de las llamadas “sea trout”, es decir truchas retornantes del mar hacia la Laguna, sin embargo esto es imposible al verificar en terreno la altura y caudal de los Saltos de agua del Río San Juan.

Por otro lado, y a raíz de lo expuesto en; 2006 Minnesota Department of Natural Resources (http://www.dnr.state.mn.us/fish_and_wildlife/fish/brook_trout.html), (Anexo 7) y lo reportado por Gunther et al (2005), es posible que la trucha de arroyo, pueda convivir y reproducirse con la trucha de lago *Salvelinus namaycush*, generando un híbrido llamado “Splake”, (*Salvelinus fontinalis* X *Salvelinus namaycush*) los cuales están descritos como muy similares a la trucha fontinalis, salvo por la cola, que en el caso de los híbridos es recta o ligeramente horquillada y para el caso del *S. namaycush* es derechamente horquillada y de *S. fontinalis* es recta. Por lo que, podría ser factible, que la imagen de abajo contenga un ejemplar de *S. namaycush* (inferior) y un ejemplar híbrido llamado Splake (superior).



Figura N° 75: Diferencias entre ejemplares de “Trucha de Arroyo”.

Asimismo, la descripción de la trucha de lago indica que su cuerpo es ligeramente alargado, con la cola profundamente horquillada, y se describe como la trucha menos colorida o carente de colores, sólo con algunas tonalidades verdes, a grises, e inclusive en algunos casos de color café o casi negro con irregularidades y manchas ligeramente matizadas. En la zona inferior (abdomen) su color predominante es blanco y presenta los márgenes de la aleta pélvica, pectoral y anal rojiza a anaranjadas con una angosta franja blanquecina, además durante la época de desove (otoño) las aletas cerca de la cola se ponen de un color naranja pálido.



Figura N°76: Vista general de una trucha *Salvelinus* diferente.

Una forma segura de diferenciar entre una trucha fontinalis de una namaycush es contar los ciegos pilóricos, ya que la trucha de arroyo posee de 23 a 55 y la trucha de lago de 93 a 208, así también el híbrido denominado Splake posee de 65 a 85 proyecciones o ciegos pilóricos.

Objetivo específico 6.c: Proponer un esquema de fiscalización de la pesca recreativa en la Laguna Parrillar (y sus tributarios y desagüe, si corresponde).

Par lograr el buen funcionamiento y cumplimiento de los objetivos propuestos es necesario realizar un trabajo en conjunto entre entidades y personas ligadas a la Reserva Forestal “Laguna Parrillar” como clubes de Pesca y Caza; pescadores individuales inclinados a realizar el deporte en el interior de esta reserva y la población que asistan a realizar actividades recreativas y que no estén necesariamente ligados a la pesca; al Servicio Nacional de Pesca, pero principalmente es necesaria la colaboración de la Corporación Nacional Forestal, y Carabineros de Chile, los primeros como responsables de la protección de esta área y los segundos con atribuciones legales para fiscalizar la nueva ley de pesca y acuicultura, serán los principales actores en el desarrollo de la fiscalización que controle las acciones negativas y prohibitivas.

Cada una de las partes antes mencionadas deberá cumplir para el logro de este objetivo de la siguiente manera:

- Clubes de Pesca y Caza: El desarrollo de su actividad cumpliendo las reglas existentes en el interior de la reserva, lo que le significa solo realizar el deporte en sectores habilitados para estos, con las condiciones aprobadas y sin dañar el ecosistema. Se solicitará a cada club cumpla con lo dispuesto y como entendidos en el tema ayuden a educar a la población sobre el cuidado del recurso. Se solicitará que entreguen información en caso de identificar comportamientos o situaciones que signifiquen algún riesgo para la Reserva y su ictiofauna.
- Personas individuales (Público): Desarrollar su actividad bajo el cumplimiento de las condiciones de la reserva. Se exigirá la entrega de información en caso de identificar situaciones o comportamientos que signifiquen algún riesgo para la ictiofauna del sector.

- Servicio Nacional de Pesca: Al ser la entidad responsable de la entrega de carné para los pescadores deportivos, se constituyen como el primer “filtro” existente para la recuperación de la laguna y sus tributarios. Se solicitarán realicen fiscalizaciones semanales o quincenales, especialmente al sector que comprende la ribera ubicada frente a la desembocadura de la laguna y chorrillo Hermosos, para evitar el desarrollo de la pesca furtiva. Serán los responsables de sancionar el incumplimiento de las condiciones de pesca, es decir, la utilización de carnada viva, la extracción de ejemplares superior al máximo permitido, el desarrollo de la actividad en zonas no autorizadas, etc.

- Carabineros de Chile: debiera actuar en conjunto con Sernapesca en la fiscalización de las actividades de pesca, tanto para los que la realizan en forma legal como aquellos que lo hacen furtivamente (zona 1 y 2). Gracias a sus atribuciones descritas en la nueva ley de Pesca y Acuicultura, ellos pueden aportar mucho a la prevención y aseguramiento de las actividades desarrolladas en la laguna.

- Corporación Nacional Forestal (CONAF): Serán los responsables del ingreso a los sectores de pesca, solo pescadores acreditados, además de controlar el cumplimiento de las regulaciones que afecten a cada sector u área, deberá informar a Sernapesca en caso de encontrar situaciones que deben ser sancionadas, además deberán aumentar sus patrullajes en la zona 1 donde ocurre las mayores infracciones por pesca furtiva durante los meses de marzo a mayo de cada año.

Objetivo específico 7. Proponer acciones en el campo de la educación ambiental, socialización y promoción de conductas ambientales sustentables, dirigidas directamente a los pescadores y sus familias, que visitan la laguna y la reserva forestal, así como los habitantes de las localidades vecinas. Socializar los resultados y propuestas que nazcan de este estudio.

Objetivo específico 7.a: Proponer actividades de educación ambiental que den a conocer las características de la laguna y su pesquería, enfatizando la necesidad y protección ambiental, así como la relevancia de la pesca deportiva como instrumento de desarrollo local.

Como parte del proyecto “Bases Técnicas y Ambientales para la Elaboración de un Plan de Manejo y Reglamentación de la Pesca Recreativa en la Laguna Parrillar” se propuso realizar actividades de educación ambiental, para ello se consideró trabajar con un grupo de alumnos de tercero y cuarto año de educación media del Liceo Polivalente “María Behety de Menéndez” ubicado en la ciudad de Punta Arenas, específicamente jóvenes de la carrera de Acuicultura que imparte dicho establecimiento educacional; las charlas se realizaron en su totalidad en el Centro de Cultivos Marino Laredo (CCML) perteneciente a la Universidad de Magallanes.

En un inicio la educación ambiental enfocada al cuidado y mantención del Reserva Nacional “Laguna Parrillar” consistió en charlas explicativas, donde se informó a los alumnos de los datos descriptivos del Parque Nacional, como la ubicación, personal responsable, además de las actividades que se desarrollan en el parque, es decir, Pesca deportiva (indicando los artes de pesca legalmente utilizados), caminatas realizadas principalmente por el Sendero de Chile y en último lugar se desarrollaron talleres explicativos de la biología de la trucha de arroyo y su fauna asociada, esta última enfocada principalmente a la alimentación de los peces; para ello, se hizo uso del laboratorio mantenido en las dependencias del CCML y se sacrificaron dos ejemplares para que los alumnos reconocieran

partes del pez tanto interna como externamente, luego de estos, los esfuerzos se destinaron a identificar contenido estomacal, con la ayuda de bibliografía y del equipo de trabajo del proyecto se observaron los diferentes ejemplares encontrados y los reconocieron como parte de una taxa; todo ello con el fin de introducirlos aún más en el tema y fortalecer el interés de la protección del ambiente.

Objetivo específico 7.b: Realizar un taller abierto de difusión y discusión de resultados, donde se invite a los organismos públicos y privados involucrados en la temática del presente estudio, así como a la comunidad en general.

El Taller de difusión y discusión será realizado una vez que los resultados del proyecto FIP N° 2004-54 sean revisados y aceptados por la comisión del Fondo de Investigación Pesquera, y estará enfocado principalmente a las autoridades regionales, entidades a fines al tema tratado y clubes de Pesca y Caza que existen en la región. En este Taller se darán a conocer las ideas nacidas de este proyecto, ideas que sensibilicen la recuperación de la ictiofauna del parque basándose en sistemas de regulación para el cumplimiento de las normas por parte de los asistentes a Laguna Parrillar; el mejoramiento de los controles y sanciones sobre los pescadores furtivos para ello lograr conformar una red de ayuda entre CONAF, Sernapesca y los clubes de Pesca y Caza; entre otras cosas. Además se sociabilizaran las alternativas de repoblamiento de la Laguna y de la existencia probable de dos especies de trucha dentro de la reserva y de su estudio a futuro.

9.3 AUTORIZACIÓN DE PESCA DE INVESTIGACIÓN

La petición para la realización de pesca de investigación en la Reserva Nacional “Laguna Parrillar” ubicada a 50 kilómetros aproximadamente al Sur de la ciudad de Punta Arenas, región de Magallanes, se realizó durante el mes de Junio del año 2005 y se obtuvo la respuesta el día 17 de Noviembre del mismo año y con una duración de 7 meses para la realización de pesca tanto en la Laguna como en sus efluentes y afluentes. (Anexo 8)

10. CONCLUSIONES

- ❖ Las áreas de desove de los salvelinos de la Laguna Parrillar corresponden principalmente al Chorrillo Hermosos desde el sector denominado “puesto María” en el límite de la Reserva hasta la desembocadura, sólo exceptuando por algunos tramos muy angostos y de gran caudal.
- ❖ El desove ocurre en otoño (marzo a mayo), y los peces maduran a los 2 años de edad a una talla de 30 cm de longitud total.
- ❖ Los salvelinos de la Laguna Parrillar tienen un crecimiento tipo von Bertalanffy con un tasa alta de crecimiento ($K=0.82$) y pocas edades en la estructura de edad, y con los juveniles habitando el sector del afluente versus los adultos que habitan la Laguna.
- ❖ La abundancia es cercana a los 3.000 peces y la población muestra signos de viabilidad reproductiva (tasa intrínseca de crecimiento poblacional positiva) dados los parámetros estimados de su historia vital.
- ❖ Es recomendable zonificar los cuerpos de agua, entre zonas de desove 1 y 2, en el chorrillo Hermoso, zona de peces de mayor tamaño y zona de pesca de libre acceso, estos dos últimos en la ribera de la laguna. Cada zona requiere una condición de fiscalización y control particular.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anónimo, 2007.

<http://www.revistaaquatic.com/asociaciones/PirineosPesca/docs/anatomia.pdf>

Arkhipkin A, Roa R. 2005. Identification of growth models for squids. Marine and Freshwater Research 56:371-386.

Barnes, Robert; Zoología de los invertebrados, traducido por Ramón Elizondo, Nueva Edición Interamericana 1984. México.

Brook Trout. J. Meyhew, ed. Iowa Fish and Fishing. Des Moines, Iowa, USA. 1987.: Iowa Department of Natural Resources. Accedido Septiembre 02, 2005 a <http://www.iowadpr.com/fish/iafish/brooktro.html>

Brook Trout. *Salvelinus fontinalis*. On line accedido septiembre 05 2005 en <http://fish.dnr.cornell.edu/nyfish/salmonidae/brooktrout.html>

Brown, E.E. and J.B. Gratzek. 1980. Fish Farming Handbook. The Avi Publishing Company Inc. Westport, Conneticut. 391 pp.

Charlesworth B. 1993. Natural selection on multivariate traits in age-structured populations. Proc. Roy. Soc. Lond. B 251:47-52.

Chiodo, Luis. 1998. Manual de Cultivo de Truchas en Lagunas.

Cole, Gerald; Manual de Limnología, Ed. Hemisferio Sur, 1988. Bs. Aires Argentina.

Cunazza Claudio, Fernandez Víctor, Ivanovich Juan, Zambrano Naftalí. Plan de Manejo Reserva Nacional Laguna Parrillar. República de Chile, Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal Gerencia Técnica 1989.

Department of Natural Resources, 2001. Michigan government. DNR Michigan. 2001. Brook trout *Salvelinus fontinalis*. State of Michigan.

Everhart, W. 1961. Fishes of Maine. Augusta, Maine, USA: The Maine Department of Inland Fisheries and Game.

Gallego, B,J; Atlas Temático, Parasitología, idea Back, S.A. 1996. Barcelona.

Ghio, Claudio. 2003. *Salvelinus fontinalis*. Del Boletín "Entre Líneas" – Escuela de Pesca Con Mosca Club San Humberto. On line accedido Septiembre 05, 2005.

Gunther J. Stephen, Moccia D. Richard, Bureau P. Dominique. Growth and whole body composition of lake trout (*Salvelinus namaycush*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and their hybrid, F1 splake (*Salvelinus namaycush* x *Salvelinus fontinalis*), from first-feeding to 16 weeks post first-feeding. Aquaculture 249. 2005. pp 195-204.

Kiel Germany. *Salvelinus fontinalis*. Brook Trout. On line accedido septiembre 05, 2005, en <http://filaman.uni-kiel.de>

Machias A., Elena Marareyia, Michalis Pavlidis, Stylinos Somarakis, Pascal Divorach. Of annuli on scale and otoliths of common dentex (*Dentex dentex*), 2002. Fisheries Research. vol 54. pp 287-294

Nicieza A.G, F. Brana. Aplicación de las Técnicas de Retrocálculo al análisis de las relaciones entre diferentes etapas del crecimiento en los medios fluvial y marino. 2006. Cap.IV. pp 1-12

LaConte, V. 1997. Ohio's Native Brook Trout. Wild Ohio, Fall.

Lee Emery and Dale C. Wallace. The Age and Growth of the Blacknose Shiner, *Notropis heterolipis*. Eigenmann and Eigenmann. The American Midland Naturalist, 1974. vol 91(1). Pp 242-243.

Lenormand S, Dodson JJ, Menard A. 2004. Seasonal and ontogenetic patterns in the migration of anadromous brook charr (*Salvelinus fontinalis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61:54-67.

Luchini L. 2000. Especies potenciales para el cultivo: Cultivo de especies templada-frías. Dirección de Acuicultura. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Argentina. 2000. www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/pesca/acuicultura/cultivo/Cultivos%20de%20aguas%20fr%EDas.pdf

Piper, R.G., L.B McElwain, L.E Orme, J.P McCraren , L.G. Fowler and J.R. Leonard. Fish hatchery Management. U.S Dep.. of the Interior, Fish and Wildlife Service. 1982. Washington, D.C. pp 517.

Power M, Power G, Caron F, Doucett RR, Guiguer KRA. 2002. Growth and dietary niche in *Salvelinus alpinus* and *Salvelinus fontinalis* as revealed by stable isotope analysis. Environ. Biol. Fish. 64:75-85.

Rasmussen S. Richard, Ostenfeld H. Torsten. Effect of growth rate on quality traits and feed utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture 184. 2000. pp 327-337.

Roa R, B. Ernst, F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: evaluation of analytical and resampling procedures. Fishery Bulletin (US) 97.

Robert, J. 2000. "*Salvelinus fontinalis*" (On line), Animal Diversity Web. Accesed septiembre 05, 2005 at http://animaldiversity.ummz.edu/site/accounts/information/salvelinus_fontinalis.html

Roney E.C. and Ernest A Lonchner. Age, Growth and Habits of de Hog Sucker, *Hypentelium nigricans* (LeSueur), in New York. The American Midland Naturalist, 1946 vol.36 pp 76-86.

Schemske D.W.. Age, Length and Fecundity of the Creek Chub, *Semotilus atromaculatus* (Mitchill), in Central Illinois. The American Midland Naturalist, 1974. vol. 92(2) pp 505-509.

Scott, W.B. and E.J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bulletin 184, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 966 pp.

Scott, W., E. Crossman. 1985. Freshwater Fishes of Canada. Ottawa, Canada: Minister of Supply and Services Canada.

Seber GAF, 1982. The estimation of animal abundance. Charles Griffin and Co. London.

Soto, Doris. 2002. "Estudio del Ciclo Reproductivo de las principales especies objetivo de la pesca deportiva en la X región". Universidad Austral de Chile, Facultad de Pesquerías y Oceanografía Laboratorio de Ecología Acuática. Proyecto FIP 2000 - 24

Stasiak R.H. Food, Age and Growth of the Pearl Doce, *Semotilus margarita*, in Nebraska. The American Midland Naturalist, 1978. vol 100(2) pp 463-466.

Strange, R.J. 1996. Field examination of Fishes. P 433 – 446. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. (U.S.A)

Timmons M. B, Ebeling J.M, Wheaton T.W, Summerjelt S.T and B.J Vinci. 2001. recirculating aquaculture Systems. Fundación Chile. 2002.

Wafa A.H., Dutilleul Pierre, Boisclair Daniel. Modelling growth and food intake rhythms of brook trout *Salvelinus fontinalis* under the effects of density and ration. Ecological Modelling. 2004. vol.175 pp 385-394.