

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Descripción de la zona de estudio

El archipiélago de Tierra del Fuego se encuentra ubicado en el extremo Sur de Sudamérica, separado de la parte continental por el Estrecho de Magallanes. La isla principal es la Isla Grande de Tierra del Fuego (48.000 Km<sup>2</sup>), aunque existen otras de considerables dimensiones tales como la Isla Hoste (4.800 Km<sup>2</sup>), la Isla Navarino (2.800 Km<sup>2</sup>) y la Isla Santa Inés (3.800 Km<sup>2</sup>), y unos 230 islotes asociados más pequeños, que en su conjunto totalizan los aproximadamente 73.000 Km<sup>2</sup> que tiene el archipiélago. Políticamente es compartido por las Repúblicas de Chile y Argentina: la porción chilena forma parte de la XII Región y la argentina la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. La población está concentrada casi en su totalidad en la Isla Grande. Porvenir es el principal poblado del lado chileno, con menos de 6000 habitantes, mientras que Río Grande y Ushuaia concentran la población urbana del lado argentino, con más de 100.000 habitantes.

En cuanto al relieve, la porción argentina (21.200 Km<sup>2</sup>) de la Isla Grande de Tierra del Fuego puede ser dividido en dos grandes áreas topográficas: La Cordillerana y la Extraandina (Bondel 1995).

El Área Cordillerana ocupa el sector Sur de la isla y se corresponde con un terreno de corte abrupto, como lo marca la presencia de la cordillera de los Andes, que en Tierra del Fuego corre en líneas generales de Este a Oeste. Las alturas están en el orden de los 1.500 m snm. La acción glaciaria puede observarse por el gran desarrollo de los valles con descarga de dirección dominante Este-Oeste, tales como Tierra Mayor o Carvajal, ocupados ahora por turba, el canal Beagle y el lago Khami. Es significativa la presencia de turbales, depósitos de materia orgánica que se forman por la lenta descomposición en condiciones especiales de grandes masas de musgos (*Sphagnum spp*), generando una lenta carbonización que da por resultado la turba (Bondel 1995).

El Área Extraandina tiene un modelado más suave, que corresponde con la culminación de la meseta patagónica continental. Su aspecto general está dado por niveles aterrazados fluvio-glaciales y fluviales rebajados por erosión. Estas terrazas rematan en el mar en acantilados. La acción glaciaria fue también muy importante, como lo muestra la depresión Bahía San Sebastián-Bahía Inútil. Las elevaciones son menores que en la zona cordillerana, no sobrepasando los 600 m snm. Este área puede a su vez ser subdividida en una zona de mesetas, desde el Cabo Espíritu Santo hasta la margen norte del Río Grande, cuyo relieve comprende terrazas, llanos y depresiones, muchas veces ocupadas por lagunas; y una zona central, con mesetas de suaves ondulaciones y valles poco profundos, de fondo plano y alargado (Bondel 1995).

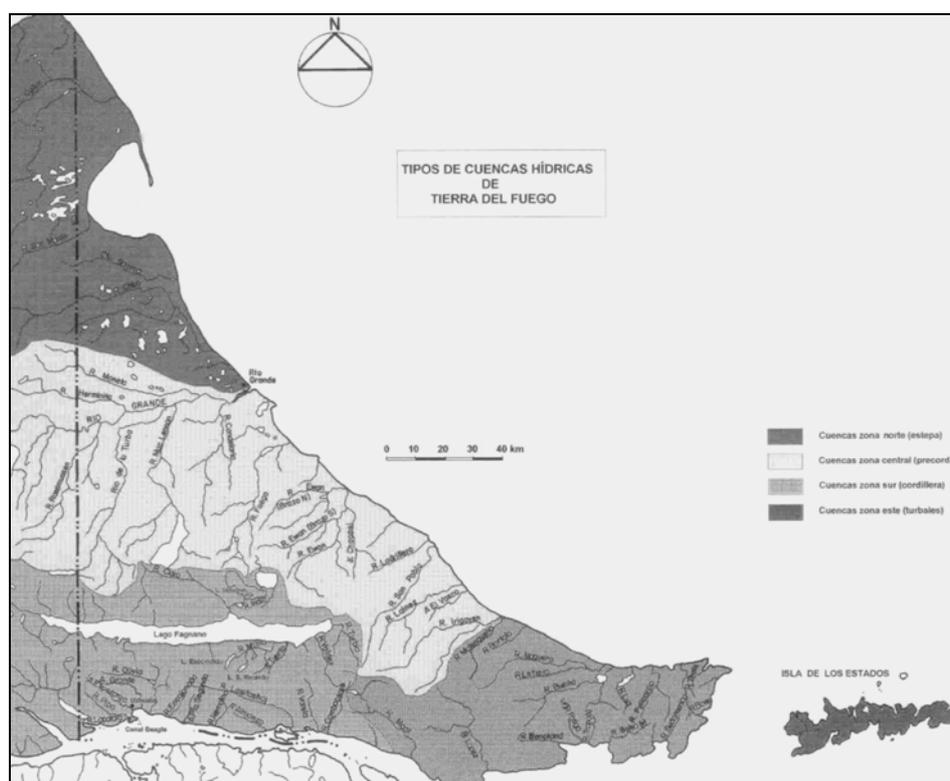
El clima del archipiélago es templado-frío, de carácter oceánico en la zona sur y subhúmedo en la norte, y régimen uniforme (Burgos 1985). No existen meses libres de heladas y las precipitaciones en forma de lluvia o nieve son frecuentes, sin la ocurrencia de una estación seca. Las temperaturas medias anuales son bajas (Ushuaia 5,6 °C, Río Grande 5,2 °C), no existiendo meses con temperaturas medias mayores a los 10 °C. Los vientos soplan con intensidad y regularidad, prevaleciendo los del cuadrante Oeste, siendo mayor su persistencia durante la primavera-verano. La duración de los días y las noches varía según la estación de año, siendo a los 54 ° de Latitud Sur de entre 7,15 y 17 horas. En general, se observa un gradiente Norte-Sur en las variables climáticas. Así, la amplitud térmica es mayor en el Norte, pero por el contrario, las precipitaciones disminuyen en esa zona con respecto al Sur.

Con respecto a la Fauna Silvestre, la misma presenta una escasa diversidad de especies terrestres nativas, representadas principalmente por el guanaco (*Lama guanicoe*), el zorro colorado fueguino (*Pseudalopex culpaeus lycoides*), cinco especies de roedores (*Akodon xanthorinus*, *Oryzomys longicaudatus*, *Euneomys chinchilloides*, *Akodon longipilis* y *Ctenomys magellanicus*). Asimismo se registran dos especies de murciélagos (*Histiotus magellanicus* y *Myotis chiloensis*) y una lagartija (*Liolaemus magellanicus*) que habita la costa norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Por el contrario, son

numerosas las especies introducidas por el hombre con distintas finalidades, que se establecieron exitosamente. Entre ellas se encuentra el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), el castor (*Castor canadensis*), la rata almizclera (*Ondatra zibheticus*), el zorro gris (*Dusicyon griseus*) y el visón (*Mustela vison*). Algunas de ellas son consideradas plaga. En materia de avifauna, el número de especies registrados es cercano a doscientas, contando entre residentes, las visitantes y las ocasionales.

En cuanto a la flora, los gradientes climáticos ya mencionados precedentemente, más la influencia de los suelos, determinan tres grandes zonas de vegetación (Moore 1983): a) La Estepa Patagónica, que ocupa la zona Norte de la isla, y se corresponde con una comunidad de plantas dominada principalmente por gramíneas (*Festuca gracillima*, *F. magellanica*, *Poa spp*) asociadas con arbustos en ciertos lugares (*Chilotricum difissum*, *Lepidophyllum cupressiforme*, *Berberis buxifolia*); b) El Bosque Deciduo, ubicado inmediatamente al Sur de la estepa, donde las precipitaciones anuales alcanzan los 800 mm. El bosque deciduo ocupa ambos flancos de las montañas, desde el nivel del mar hasta los 500 m aproximadamente. La especie dominante es la lenga (*Nothofagus pumilio*), apareciendo en menor medida el ñire, (*N. antarctica*). Ambos coexisten con asociaciones de gramíneas (*F. gracillima*, *F. magellanica*, *Poa spp*, *Geum magellanicum*, etc.), arbustos (*B. Buxifolia*, *Pernettya mucronata*) y amplios turbales (*Sphagnum spp*, *Maripospermum spp*), las que aparecen frecuentemente entremezcladas y; c) Bosque Siempreverde, dado que en las zonas donde las precipitaciones anuales exceden los 850 mm, ubicadas al Sur y Oeste de la isla hace su aparición el bosque dominado por especies de hojas no caducas. El guindo (*N. betuloides*) es la especie dominante, acompañado frecuentemente por el canelo (*Drimys winteri*). Los arbustos y las turberas son también frecuentes en esta zona. Los ecotonos ocupan áreas más o menos grandes entre las tres categorías citadas. (Pisano 1977, Tuhkanen et al. 1990).

El sector argentino de Tierra del Fuego dispone de una nutrida red hidrográfica con escurrimiento general Este-Oeste, cuyo régimen se ve favorecido por la distribución relativamente uniforme de las precipitaciones en el ciclo anual. Según Iturraspe y Urciolo (2000) se pueden discriminar tres vertientes: Atlántica, Pacífica y Canal Beagle. Los mismos autores distinguen cuatro cuencas, Norte (estepa), Sur (cordillera), Este (turbales) y Central (transición) (Figura 11)



**Figura 11: Zonificación de cuencas del sector argentino de la Isla Grande de Tierra del Fuego según Iturraspe y Urciolo (2000).**

La Cuenca Norte presenta una red de drenaje de poca densidad. Todos sus cursos son de escaso caudal, siendo el más importante de ellos el Río Chico. En estas cuencas de estepa el escurrimiento depende casi exclusivamente de las lluvias locales inmediatamente precedentes.

La Cuenca Sur está ubicada al Sur del Lago Khami. La red de drenaje es muy densa, en general de corto recorrido, pendientes fuertes y de caudal moderado. Tiene cursos de vertiente pacífica (Azopardo, Claro, Turbio) y del Canal Beagle (Olivia, Pipo, Larsifashaj).

La Cuenca Este se ubica en la zona de Península Mitre. Es significativa la predominancia de turbales, los que funcionan como enormes reservorios de agua, modificando la coloración y el pH de ella misma debido a la presencia de ácidos húmicos. Los cursos principales son los ríos Malengüena, Policarpo y Leticia, de vertiente atlántica, y el Moat, que desemboca en el Canal Beagle.

Por último tenemos la Cuenca Central a la que pertenece el Río Ewan Sur y sus tributarios. Los ríos pertenecientes a esta unidad de clasificación, ubicados en la precordillera andina en la zona perteneciente al ecotono entre el bosque decíduo y la estepa patagónica se ubican entre la cuenca del Río Chico y la del Lago Khami, siendo en su totalidad de vertiente atlántica. Este conjunto es el que abarca la mayor superficie y que ostenta la mayor variabilidad desde el punto de vista geomorfológico, climático, paisajístico y biológico. El terreno es predominantemente ondulado, con terrazas galciofluviales, cursos de baja pendiente y muy meandrosos, de gran desarrollo longitudinal y dimensión del área de aporte. El clima, es más húmedo y frío que en la estepa, a pesar de lo cual el balance hídrico presenta déficit entre noviembre y marzo (Korembliit y Forte Lay 1991). El escurrimiento recibe aportes de la cordillera y precordillera, y dada la extensión de los cursos medio e inferior con respecto a las nacientes, estos aportes no alcanzan a constituir almacenamiento, por lo cual en estas áreas, la hidrología depende de las precipitaciones locales, al menos durante el verano y el otoño (Iturraspe y Schroder 1985). Por tal razón, el almacenamiento en vegas y turbales adquiere importancia como regulador fuera del período del deshielo. Durante el invierno, la superficie de los cauces se congela (Figura 12), y por acumulación, el espesor de la capa de hielo puede llegar al metro.



Foto Sberna

**Figura 12. Estado del Río Ewan Sur durante julio de 2001.**

Suelen darse crecidas invernales ocasionadas por lluvias, las que rompen la capa de hielo, formándose témpanos que son arrastrados por las corrientes y depositados muchas veces a considerables distancias del cauce (Figura 13). El deshielo ocurre en general a principios de primavera, y ya a partir de noviembre el drenaje depende de lluvias locales, por lo cual suele haber estiajes pronunciados, generalmente en febrero / abril. Posteriormente hay una recuperación ocasionada por la disminución de la evapotranspiración potencial.

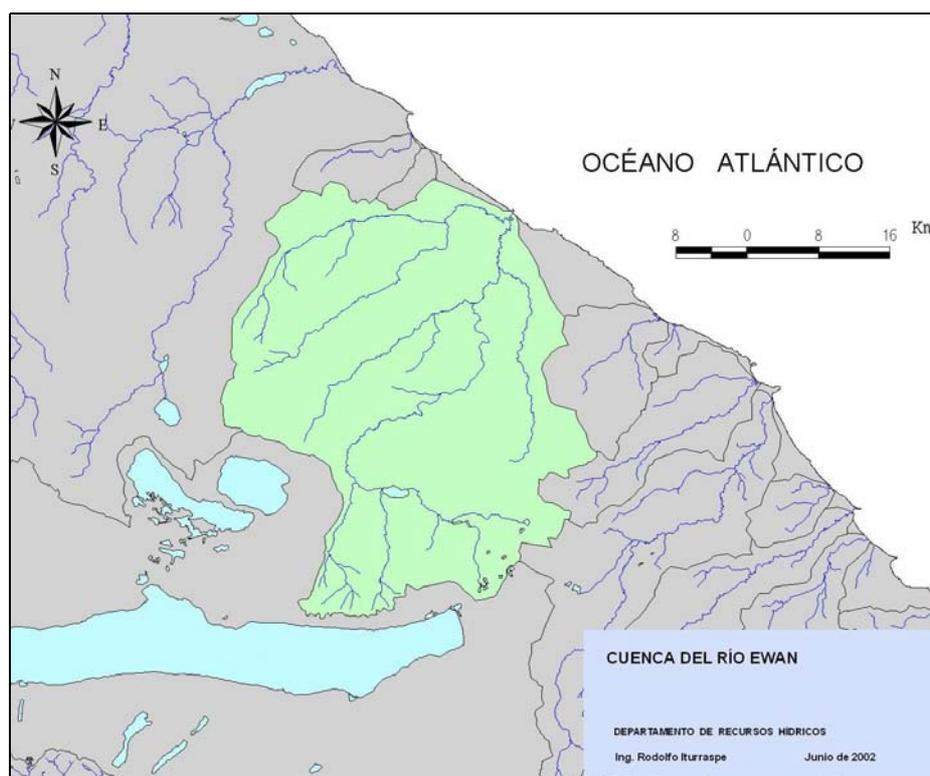


Foto Casalinuovo

**Figura 13 : Estado del Río Ewan Sur luego de la crecida invernal del mes de julio de 2001**

### **1.1. Descripción de Río Ewan Sur y zona de influencia**

El río Ewan Sur, cuyo nombre en lengua shelknam significa “mirador u observatorio” nace como colector principal de una serie de lagunas ubicadas en la zona central de la isla, en las inmediaciones de la comuna de Tolhuin ( $54^{\circ} 30' 36,3''$  S y  $67^{\circ} 11' 51,4''$  O). A lo largo de sus casi 90 km de recorrido se observan seis tributarios principales (Americano, De los Suspiros, Lobo, San Julio o Julio, Capelo y Ewan Norte) que confluyen en distintos tramos del curso. Tres cuerpos de agua lénticos principales son parte del sistema: las lagunas conocidas como Las Mellizas ( $54^{\circ} 25' 43,2''$  S y  $67^{\circ} 13' 52,3''$  O) y la Laguna Hantuk o Shuterland ( $54^{\circ} 23' 57,7''$  S y  $67^{\circ} 21' 3,49''$  O). La superficie de estos tres cuerpos de agua suma 300 Ha, siendo la mayor de ellas la Laguna Hantuk, con 278 Ha. La cuenca total tiene una superficie de  $1.372 \text{ Km}^2$  (Figura 14).



**Figura 14. Cuenca del Río Ewan Sur.**

Debido a la escasa pendiente del terreno por donde discurre, se trata de una vía de agua meandrosa, pudiéndose incluso observar paleocauces, principalmente en su tramo inferior. Iturraspe (com. pers.) denomina Ewan Sur al emisario de la laguna Hantuk, aunque en este trabajo se utiliza el criterio mencionado más arriba. Desemboca en el Océano Atlántico Sur en el Cabo Ewan ( $54^{\circ} 06' 52,4''$  S y  $67^{\circ} 09' 25,8''$  O). Todo su recorrido discurre entre lomadas suaves, en la zona que biogeográficamente se reconoce como ecotonal entre el bosque caducifolio y la estepa patagónica. Por esta razón el paisaje está dominado por parches de bosque dominado por el ñire, entre los cuales aparecen los pastizales gramínicos y grandes áreas ocupadas por turbales. Existen innumerables vegas que confluyen al cauce principal, la mayoría de las cuales se encuentran habitadas por castores, por lo cual su fisonomía ha cambiado por la aparición de embalses provocados por los mismos. A pesar de ello, si bien el río presenta castores en todo su recorrido, los endicamientos permanentes sólo ocurren aguas arriba de las Lagunas Las Mellizas, por lo cual la circulación de peces parece no estar entorpecida entre la desembocadura y este punto. Han podido observarse intentos de

endicamiento en el cauce principal, pero los mismos no han prosperado debido a la destrucción de los diques por causas naturales durante la primavera. Con respecto a otros ejemplares faunísticos se resalta la presencia de guanaco, especie que en dicho sector alcanzaría las densidades poblacionales más altas de la Provincia. Entre los herbívoros exóticos vinculados al medio acuático se encuentra además la rata almizclera, y entre los carnívoros, el zorro gris y el visón. Esta última especie ingresó a Tierra del Fuego para su cría en cautiverio, pero al fracasar el emprendimiento, los ejemplares fueron liberados y así incorporados al medio natural, donde pudo ser observado predando sobre aves, truchas y posiblemente sus huevos. Entre una extensa lista de especies de aves, se destacan para el sector las vinculadas a los espacios abiertos, como el cauquén común (*Chloephaga picta*), cauquén cabeza gris (*Chloephaga poliocephala*), bandurria baya (*Teristicus caudatus*) tero (*Vanellus chilensis*), golondrina (*Tachycineta leucopyga*), águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*), halcón colorado (*Falco sparverius*) y sobrepuesto (*Lessonia rufa*). Entre las vinculadas al medio acuático se encuentran: pato maicero (*Anas georgica*), pato barcino (*Anas flavirostris*), pato overo (*Anas sibilatrix*), cisne de cuello negro (*Cygnus melancorphyphus*), macá grande (*Podiceps major*) y macá chico (*Podiceps rolland*).

Dado que es parte de los objetivos de este trabajo, una descripción más detallada del sistema puede verse en los resultados.

## **2. Descripción de las especies de peces de valor deportivo en el río Ewan Sur**

En el Río Ewan Sur se encuentran establecidas poblaciones de las tres especies de salmónidos que habitan la provincia, ocurriendo además regulares ingresiones al sistema en su porción inferior del róbalo (*Eleginops maclovinus*). Otras especies de presencia probable o confirmada en el río son la peladilla (*Aplochiton spp*), el puyen grande (*Galaxias platei*), el puyen chico (*G. maculatus*) y los pejerreyes (*Odonthestes smitti* y *Austroatherium nigricans*).

Debido a que sus ejemplares pueden ser capturados con artes deportivas, se restringe la descripción a las siguientes especies:

## 2.1. Trucha marrón (*Salmo trutta*)

La trucha marrón (Figura 15) es originaria de Europa y de las áreas costeras mediterráneas del norte de África y oeste de Asia (del Valle y Núñez 1990). Su coloración es muy variable, si bien la mayoría de los ejemplares presentan el dorso marrón-amarillento, con flancos plateados y vientre amarillo. Sus pintas son negras y rojizas, predominando las primeras. Su aleta caudal no presenta por lo general manchas en grandes cantidades.



Foto Casalinuovo

**Figura 15: Trucha marrón residente macho del Río Ewan Sur mostrando su coloración de freza (agosto 2001).**

Esta coloración cambia notoriamente en ejemplares provenientes de lagos o del mar, donde el cuerpo se torna plateado, manteniendo escasas pintas negras en forma de “X”, aunque esa librea cambia al parecer con el tiempo de residencia en agua dulce, en ocasión de remotes reproductivos (Figura 16).



Foto Casalinuovo

**Figura 16: Truchas marrones anádromas capturadas en el Río Ewan Sur. Obsérvese el dimorfismo entre el macho (superior) y la hembra. (Febrero de 2002)**

Los ejemplares maduran sexualmente entre los uno y los ocho años de edad, aunque la mayoría lo hace entre el tercero y el quinto (McFadden et al. 1965, Moyle 1976, Alm 1951, Lorz 1974). Son las truchas más longevas (Wergzyn y Ortubay 1991) y que alcanzan los tamaños más importantes en nuestro país. A nivel mundial se han reportado ejemplares de hasta trece años en residentes y hasta dieciocho en anádromas (Raleigh et al. 1986). El ejemplar más grande pescado en la Argentina pesó 16,3 kg, proveniente del Lago Nahuel Huapi, en San Carlos de Bariloche (Río Negro), aunque existen capturas mayores no oficializadas en el Río Grande de Tierra del Fuego. En éste y otros ríos de vertiente atlántica de las provincias de Santa Cruz (Gallegos, Rubens) y Tierra del Fuego, existen poblaciones anádromas de trucha marrón, así como también son pescados en ríos de vertiente pacífica como los de Isla Riesco, frente a la ciudad de Punta Arenas, en Chile (Sommariva, com. pers.). Es una especie de reproducción invernal, que desova típicamente en arroyos. En Tierra del Fuego las poblaciones residentes desovan entre julio y septiembre, mientras que para las anádromas no hay registros fehacientes que indiquen que han sido vistas en cortejo. Su alimentación se compone básicamente de insectos, moluscos y crustáceos en los primeros años de vida, volviéndose piscívoras a medida que crecen.

Tampoco desdeñan pequeños pájaros y hasta ratones.

Sinonimia: *Salmo fario*

## 2.2. Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*)

La trucha arco iris (Figura 17) es originaria de la costa Oeste de América del Norte. Como la anterior especie, su distribución actual es cosmopolita (del Valle y Núñez 1990).



Foto: Casalinuovo

Figura 17: Trucha arco iris procedente del Lago Escondido (Noviembre 1998).

De dorso verdoso oscuro y flancos y vientre plateados, presenta un moteado negro que cubre la casi totalidad del cuerpo, incluyendo las aletas y una banda iridiscente rosada recorriendo los flancos, la que se acentúa en la época reproductiva, sobre todo en los machos. Los pesos máximos registrados en el país sobrepasan los 11 kg, sin embargo una variedad anádroma de esta especie presente en Norteamérica (la steelhead o cabeza de acero) puede alcanzar pesos superiores en virtud de su prolongada permanencia en el mar.

En Argentina se ha detectado un comportamiento anádromo en individuos residentes en el río Santa Cruz, que difiere en muchos aspectos del de las truchas cabeza de acero (Pascual et al. 2001), si bien son conocidas

localmente como tales. Como sucede con la trucha marrón, tanto los ejemplares provenientes de lagos como del mar, presentan una coloración predominantemente negro-azulado para el dorso y plateado para el resto del cuerpo.

Es la especie que tiene el mayor rango de tolerancia a las condiciones ambientales, y una de las más domesticables, por lo cual tiene una amplia distribución en el país, si bien en Tierra del Fuego está escasamente representada en los registros de pesca de la mayoría de los ambientes provinciales. Es de reproducción tardía, en Tierra del Fuego lo hace entre octubre y diciembre, según los ambientes. Su alimentación se compone principalmente de insectos, moluscos, crustáceos y peces.

Sinonimia: *Salmo gairdneri*, *S. irideus*

### **2.3. Trucha de Arroyo (*Salvelinus fontinalis*)**

La trucha de arroyo (Figura 18) es una especie originaria del Noroeste de América del Norte, de donde es endémica (Wergzyn y Ortubay 1991). Como muchos salmónidos, ha sido introducida en muchos ambientes a lo largo del mundo, si bien no alcanza los rangos de distribución de las especies citadas anteriormente.



Foto Casalnuovo

**Figura 18: Trucha de arroyo del Río Ewan Sur. Noviembre de 2001.**

En Argentina, su dispersión es menor que la de las otras dos especies nombradas, aunque se la encuentra en toda la Patagonia, e incluso fuera de ella, como en la Pampa de Achala, en la provincia de Córdoba. El dorso de los ejemplares es oscuro, generalmente marrón hasta llegar en algunos ejemplares al negro, con marcas vermiculadas. Los flancos presentan manchas rojas, blancas y amarillas con el vientre escarlata subido, al igual que las aletas, las que típicamente tienen un borde de color blanco que las hace inconfundibles. Por el color de su carne, de un anaranjado subido, es conocida también como salmonada. Es la especie que alcanza menores pesos y registros de longevidad. En Tierra del Fuego es la más capturada por los pescadores deportivos después de la trucha marrón. Se reproduce tempranamente, a fines de mayo o junio en nuestra provincia. Se alimenta básicamente de insectos, crustáceos y peces.

Sinonimia: No posee.

## 2.4. Róbalo (*Eleginops maclovinus*)

El róbalo (Figura 19) es una especie marina de la familia Nototheniidae que se distribuye por el cono sur americano hasta Valparaíso en Chile, y cercanías del Golfo San Matías en Argentina, estando presente también en Malvinas e Isla de los Estados. (Cosseau y Perrota 1998).



Foto Casalinuovo

**Figura 19: Róbalo del Canal Beagle. Zona Parque Nacional. Septiembre 2001.**

Es un pez demersal, bentónico, presente siempre en aguas de poca profundidad, que llega a incursionar en ríos y estuarios. No es una especie buscada específicamente por los pescadores deportivos, caracterizándose en general su captura como accidental cuando se buscan truchas marrones anádromas. Es un pez robusto y fusiforme, de cabeza pequeña y escamas evidentes, que presenta dos aletas dorsales, y pectorales llamativamente grandes. Su color es plateado con reflejos grises y suele alcanzar hasta 80 cm de longitud. Su dieta es muy variada, generalmente basada en organismos bentónicos. En el canal Beagle, Isla y San Román (1995) encontraron predominancia de algas y crustáceos. Se reproduce en pozas de marea entre octubre y marzo (San Román com. pers). En Tierra del Fuego esta especie constituye una fuente de recursos a nivel regional, y sostiene una pesquería

artesanal localizada en ciertos puntos de la costa atlántica para consumo de la zona. Su valor deportivo es generalmente ignorado o subestimado, a pesar de las tallas y la lucha que ofrece al pescador de caña.

Sinonimia: No posee.

### **3. Descripción de los métodos de estudio utilizados**

En el plan de trabajo presentado oportunamente (Anexo II) el trabajo a realizar fue dividido en dos partes principales: La generación de mapas temáticos de la zona de estudio, que permitieran su caracterización desde el punto de vista fisiográfico, fisicoquímico, pesquero, etc., y la realización de muestreos biológicos sobre las poblaciones de peces adecuados a las características estacionales del río, poniendo énfasis en la zona de la pesquería de truchas marrones anádromas. Para ello, y debido a la absoluta falta de información sobre la misma se procedió a establecer límites tentativos basándose en el conocimiento previo que se tenía, principalmente por las observaciones llevadas a cabo durante los años 1996 a 1999. Esta delimitación previa ubicó la pesquería en el tramo inferior del sistema, entre el destacamento policial de Puente Justicia, donde el río cruza la Ruta Nacional N° 3 ( $54^{\circ}12'22''\text{S}$  y  $67^{\circ}12'57''\text{O}$ ) hasta su desembocadura en el Mar Argentino ( $54^{\circ}6'52''\text{S}$  y  $67^{\circ}9'26''\text{O}$ ). A continuación se detallan cada una de las acciones realizadas.

#### **3.1. Generación de mapas base del río Ewan Sur**

La totalidad de los mapas incluidos en este informe fueron elaborados mediante la utilización de imágenes satelitales SPOT en falso color suministradas por la Subsecretaría de Recursos Naturales de la provincia de Tierra del Fuego y digitalizados con apoyatura de un SIG (Ozi Explorer® y Arcview®), luego de incorporarles las correcciones y modificaciones generadas por medio del relevamiento de datos a campo en la totalidad del río y sus adyacencias. Como primera medida se realizó un sobrevuelo de la cuenca para

discriminar áreas homogéneas en una aproximación paisajística, luego de lo cual se comenzó con el trabajo de campo. Fueron realizadas tres campañas para georeferenciar por medio de un SPG (Garmin 12) todas las características del río de interés para el presente estudio, tales como pozones y correderas, chorrillos, turbales, diques de castores, etc.

### **3.1.1. Identificación y caracterización de sectores del río**

Para una caracterización fisiográfica del río, se utilizó la información proveniente de las imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones a campo. De esa manera se identificaron zonas distintivas tanto a nivel paisaje como por las características del cauce. Esto se complementó con análisis fisicoquímicos del agua durante todo el desarrollo del trabajo, donde se midieron las siguientes variables: pH ( $\pm 0,01$ ), temperatura ( $\pm 0,01$  °C), concentración de O<sub>2</sub> ( $\pm 0,01$  mg/l), porcentaje de saturación de O<sub>2</sub> ( $\pm 0,1$ ) y conductividad ( $\pm 1\mu\text{S/cm}$ ;  $\pm 0,01$  mS/cm), y en algunas ocasiones la velocidad de corriente (m/seg) para lo cual se utilizó un analizador de tres electrodos (WTW Multiline P4). Las mediciones se hicieron en forma subsuperficial, a unos 30 cm de profundidad, salvo que se indique lo contrario.

Las estaciones de muestreo de agua se asignaron en forma regular a lo largo de todo el cauce, teniendo en cuenta además los sitios donde hubiese una influencia puntual, tales como afluentes, descarga de turbales, zonas alteradas, etc., o donde se detectasen otros fenómenos capaces de modificar las condiciones del río como en el caso de zonas sujetas a pulsos de marea. En este último caso, para determinar la zona de influencia marina, se asignaron las estaciones teniendo en cuenta su ubicación con respecto al presunto límite de influencia (definido como el último sitio río arriba en el que se observaban marcas en la línea de costa por cambio de altura debido al reflujos). Tres estaciones fueron establecidas: una sobre la boca del río, una río arriba del límite y una en un punto equidistante de ambas. La toma de datos fue realizada durante un ciclo completo de mareas de sicigia con una periodicidad de una hora durante el mes de agosto de 2001. En previsión a que la mayor densidad

del agua marina hiciese que las aguas superficiales difieran de las más profundas, se duplicaron las muestras, tomándose una adicional a 30 cm del fondo.

Una vez obtenidos estos datos se dividió al curso en partes homogéneas para las variables consideradas.

### **3.1.2. Caracterización de la pesquería de trucha marrón anádroma**

El establecimiento real de los límites de la zona sujeta a pesca de truchas marrones anádromas, junto con una primera aproximación a la caracterización de las pesquerías del río se realizó mediante una encuesta cuyo diseño es presentado en el Anexo III. Para la misma se dividió el río en 7 zonas representativas para quienes frecuentan el ambiente. Esta encuesta permitió obtener información de la percepción actual e histórica que tienen los pescadores deportivos del río Ewan Sur. Debido a la fecha de comienzo de las acciones (junio) y que la temporada de pesca deportiva en Tierra del Fuego se extiende desde el 1 de noviembre hasta el 15 de abril de cada año aproximadamente, no fue posible la asignación azarosa de las encuestas mediante un muestreo de campo. Por lo tanto, se siguió el criterio de entregarla a los “pescadores históricos” del río, lo cual aseguraba no sólo un conocimiento actual del mismo, sino una visión retrospectiva. En total se distribuyeron 86 encuestas, 31 de las cuales se asignaron a pescadores residentes en Río Grande y 55 a residentes en Ushuaia. La diferencia en la asignación se debió a razones logísticas y al hecho de que, por la cercanía del río Grande a la ciudad homónima, los pescadores utilizan ese pesquero principalmente. Para tal fin se contó con la colaboración de instituciones como clubes y asociaciones de pesca, o de personas vinculadas a la pesca deportiva (guías, comerciantes, etc.). A partir de esta información fueron redefinidos los límites de la pesquería de trucha marrón anádroma.

Posteriormente, y a los fines de complementar los datos obtenidos con la encuesta realizada a los pescadores históricos del río se realizó un muestreo de pescadores presentes en la zona de pesquería de anádromas el día de apertura de la temporada de pesca deportiva (27 de octubre de 2001). Para tal fin se recorrieron completamente ambos márgenes del río desde Puente Justicia hasta la Boca, encuestando a todas las personas que eran avistadas en el río y sus alrededores (acampantes, transeúntes, etc) luego de comprobar que estuviesen pescando ese día. En el caso de observarse ejemplares retenidos, se tomaron las medidas que fueron posibles. En total se realizaron 41 encuestas. El diseño de la misma se muestra en el Anexo IV.

Por último se determinó si existían sectores distintivos en la pesquería de truchas marrones anádromas basándose en inspecciones visuales de la morfometría del río, características generales del cauce y análisis de agua de la misma manera que lo especificado en el punto **3.1.1.**

## **3.2. Muestreos biológicos**

Una vez zonificado el río y establecidos los límites de la pesquería de trucha marrón anádroma se diseñó un plan de muestreo estratificado por estación del año y zonas homogéneas. Se decidió dar prioridad a los límites de la pesquería por sobre los de las zonas homogéneas para la realización de los muestreos, de manera tal que quedaron definidos sectores para la toma de muestras. Independientemente del desarrollo longitudinal de cada sector, se concentró el esfuerzo muestral en los sectores pertenecientes a la pesquería. El número de muestras tomadas fue variable, en función de las características estacionales del río y el arte de pesca utilizado y es especificado en los resultados.

Para cada ejemplar capturado se registró la especie/variedad, el largo total (LT,  $\pm 1$  mm), largo standard (LS,  $\pm 1$  mm), largo fork (LF,  $\pm 1$  mm), peso total (PT,  $\pm 1$  g), peso eviscerado (PE,  $\pm 1$  g), sexo y estadio gonadal (EG). Para poder determinar la edad de los peces se extrajeron escamas y en

algunos casos, otolitos. Además, los estómagos de cada individuo fueron preservados para el estudio de actividad trófica estacional medida a través del grado de repleción estomacal (GRE) así como también se registró el grado de engrasamiento visceral. También se anotó la presencia de anomalías tales como heridas o síntomas de enfermedades. Por otro lado, en orden de establecer las épocas y sitio de desove de las distintas especies en el río se lo recorrió completamente cada 15 días en busca de peces en actividad reproductiva.

Los artes de pesca que se utilizaron en las campañas en función de las características observadas en el río Ewan Sur, fueron las redes de arrastre e intercepción, las cañas de pescar y los espineles. Independientemente de ello, fueron obtenidos datos adicionales provenientes de pescadores deportivos voluntarios que registraban sus capturas durante sus salidas recreativas en el río, luego de ser convenientemente entrenados para la toma de datos. Los mismos fueron utilizados posteriormente para alguno de los análisis realizados, lo que se especifica en cada apartado.

### **3.2.1. Descripción de los artes de pesca utilizados**

**a) Redes.** Las redes fueron diseñadas de manera tal que cercaran totalmente el tramo de río elegido, para lo cual los trenes que las conformaban eran de dos tipos. El tren ubicado río abajo presentaba un copo con formato de red de arrastre de apertura terminal y se ubica fijo en el sitio asignado con el único fin de interceptar el paso de los peces. El tren ubicado río arriba era plano y móvil, siendo el encargado de llevar los peces hacia el copo por medio de un arrastre manual paralelo al eje mayor del río (Figura 20). Ambos trenes fueron confeccionados en hilo de Nylon color negro N° 210/12 y 10 mm de abertura de malla, salvo en el caso de la red de intercepción, que en su parte central y copo estaba realizada en hilo N ° 210/6 y 5 mm de abertura de malla. En previsión de que el río presenta partes de distinto ancho con un máximo de 50 m y para facilitar el arrastre, ambos trenes estaban formados por tres paños acoplables, de manera tal de utilizar exactamente el largo requerido para el tramo del río a

muestrear. Las medidas de los paños eran: longitud parte central 40 m, laterales, 17,50 m cada uno (total 75 m), alto 1,60 m. El copo por su parte tenía 3,50 m de profundidad y 2,20 m de ancho. El esfuerzo de captura para este arte se definió como número de peces capturados por m<sup>2</sup> barrido.



Foto D. Luizon

**Figura 20: Uso de la redes de arrastre e intercepción.**

**b) Espineles.** El uso alternativo de espineles se determinó debido a que durante gran parte del invierno el río permanece congelado en su superficie, lo que imposibilita el uso de redes de arrastre. Los espineles constaban de 50 anzuelos intercalados al azar de 5 medidas distintas (tamaño 4, 6, 8, 10 y 16) con brazoladas de 50 cm de largo dispuestas regularmente en 40 m de hilo de nylon transparente de 1 mm de diámetro. El esfuerzo de captura para este arte se definió como número de peces capturados por día de pesca.

**c) Cañas de pescar.** En este caso, la unidad de muestreo fue el pescador, el que podía disponer de una caña de mosca o cuchara, según lo que el mismo utilizase habitualmente. El esfuerzo de captura se definió como número de peces capturados por hora efectiva de pesca. Para este caso, se dividió el río en tramos aproximadamente iguales, asignándose a cada pescador uno de ellos, el que debía ser recorrido completamente. El esfuerzo de captura para este arte se definió como número de peces capturados por hora de pesca efectiva.

### 3.2.2. Procesamiento de la información

A los efectos de caracterizar las poblaciones de peces de las especies/variedades presentes en el sistema, se estimó la razón sexual, se estableció la estructura de tallas, las relaciones largo-peso, el estadio reproductivo estacional, el grado de repleción estomacal y de engrasamiento visceral y el índice de condición de Fulton (K). Además se analizaron las estructuras de edades, la mortalidad y el crecimiento. Toda la información fue cargada en planillas electrónicas de datos y analizada por medio de paquetes estadísticos convenientes cuando ello era posible. Las pruebas y análisis estadísticos se realizaron con una significación ( $\alpha$ ) igual al 5%.

El bajo número de ocurrencia para las capturas de algunas de las especies de salmónidos presentes en el río restringió los análisis estadísticos únicamente a la trucha marrón. En este caso, y cuando ello fue posible, se trabajó con tres categorías de individuos, según el análisis lepidológico: a) Anádromos (TMA): ejemplares que presentan al menos una marca de crecimiento marina, y por lo tanto registran una entrada al mar, b) Residentes (TMR): ejemplares que no presentan dichas marcas una vez superada la edad de esmoltificación registrada para las anádromas y c) Indeterminados (TMI): ejemplares que por estar por debajo de la edad registrada de esmoltificación no pueden ser asignados a ninguna de las categorías anteriores. El grado de detalle de cada análisis estadístico en función de la estratificación propuesta y del tamaño muestral es especificado en los resultados.

#### a) Razón sexual

La diferenciación de sexos se basó en el reconocimiento visual de las gónadas según una escala de tres categorías: machos, hembras e indeterminados, correspondientes estos últimos a ejemplares donde no fue posible asignar el sexo debido al escaso desarrollo gonadal. La razón sexual se calculó como el porcentaje de machos y hembras. Se realizaron pruebas binomiales para determinar si la razón sexual se desviaba de la esperada para machos y hembras (50:50) (Steel & Torrie 1998).

### **b) Estructura de tallas**

Se construyeron los histogramas de frecuencia de tallas, agrupando los ejemplares en intervalos de talla de 20 mm, según el criterio enunciado por Anderson & Gutreuter (1983). Para las comparaciones estadísticas de tallas se utilizaron las pruebas de significación de “t”, ANOVA o Kolmogorov-Smirinov (K-S), según correspondiera a la distribución de los datos (Sokal & Rohlf 1969).

### **c) Grado de repleción estomacal y de engrasamiento visceral**

El grado de repleción estomacal se estimó mediante la asignación del estómago de cada individuo por observación directa a una categoría porcentual de repleción. La misma iba del 0% al 100 % con intervalos de 25 unidades. El engrasamiento visceral fue registrado como presencia/ausencia de grasa en ciegos pilóricos.

### **d) Relación largo peso**

La relación largo peso de los ejemplares de todas las especies cuando esto fue posible fue establecida mediante el ajuste de la ecuación:  $\text{Peso (g)} = a (\text{LF mm})^b$  en su forma linealizada:

$$\text{Ln Peso Total} = \text{Ln } a + b \text{ Ln Largo fork}$$

A fin de establecer la posible existencia de diferencias de peso atribuibles a cambios ambientales, se calculó el factor de condición K de Fulton en función de la ecuación clásica (Weatherley & Gill 1987):

$$K = (\text{Peso Total (g)}) / (\text{Largo fork (mm)})^3 * 10^{-5}$$

### **e) Estructura de edades, mortalidad y crecimiento**

Para la determinación de edades se utilizaron la totalidad de las escamas disponibles, tanto de campañas como de capturas cedidas por pescadores. Las escamas de los ejemplares seleccionados, que se encontraban almacenadas en sobres de papel, fueron colocadas en cajas de Petri con agua durante 24 horas. Posteriormente se limpiaron con pincel de

cerdas duras bajo lupa estereoscópica y se montaron entre porta y cubre objeto utilizando albúmina de Meyer como pegamento. Se montaron de 4 a 6 escamas por ejemplar, seleccionándose aquellas sanas que no presentaban signos de regeneración y presentaban la forma típica para la especie.

La lectura e interpretación de las escamas montadas se realizó en un lector de fichas Canon Universal Reader 300S de 27X. La asignación de edades se realizó reconociendo annuli de acuerdo con los criterios generales establecidos por Tesch (1971), citado por Wootton (1990). Este autor se basa en la identificación de patrones anuales con períodos de tiempo de crecimiento lento que son seguidos por períodos de tiempo de crecimiento rápido para especies de peces de climas templados y fríos. Dicho patrón es registrado en las partes calcificadas del cuerpo del pez como escamas, otolitos y espinas. Los criterios para determinar anillos de crecimiento o annuli utilizados en este trabajo son:

1. Annulus formado por la distinta espaciación de los círculos, es decir, una zona de círculos apretados seguida por una zona de círculos espaciados.
2. Annulus determinado por la cesación del crecimiento que provoca una zona desprovista de círculos o círculos discontinuos
3. Annulus indicado por la interrupción de los círculos en el margen lateral de la escama y formación posterior de círculos paralelos.

Sobre la base de la estructura de edades de las capturas se estimó las tasas de mortalidad instantáneas totales (Z) cuando esto fue posible por medio de curvas de captura (Ricker 1975), donde la mortalidad se obtiene como la pendiente de la regresión entre el logaritmo natural de las capturas versus la edad, a partir de la edad de primera captura (Ricker 1975), según:

$$\ln N = a + b t$$

donde: N es el número de peces capturados, a es la ordenada al origen de la regresión lineal, t es el grupo de edad y b es la pendiente de la regresión

lineal: El valor de  $b$  con signo cambiado proporciona una estimación de  $Z$  ( $-b = Z$ ). El método requiere, para una buena estimación de  $Z$ , que solo se consideren aquellos valores del logaritmo natural que corresponden a clases de edad completamente reclutadas en relación con el arte de pesca, lo cual se traduce a utilizar nada más que la porción descendente de la curva de captura (Ricker 1975). A partir de los valores de  $Z$  hallados se calcularon los coeficientes anuales de supervivencia ( $S = \exp^{-Z}$ ) y de mortalidad ( $A = 1 - S$ ) (Ricker 1975).

A los efectos de realizar los estudios correspondientes al crecimiento y determinar los distintos ciclos de vida se midieron los radios totales de las escamas, por medio de un calibre digital ( $\pm 0,01$  mm) sobre la pantalla del lector de fichas. A partir de los datos individuales talla/peso se generaron las estructuras de edades y las curvas de crecimiento de los ejemplares. A los efectos de obtener una primera aproximación hacia el modelo de crecimiento más propicio se generó el diagrama de dispersión de los pares de datos edad/talla, seleccionándose el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy. Este modelo es una herramienta de uso clásico para interpretar el crecimiento de peces (Wootton 1990; Aubone & Wöhler 2000).

La expresión matemática del modelo especial de crecimiento de Von Bertalanffy es la siguiente:

$$LF_t = L_\infty [ 1 - e^{-k(t-t_0)} ]$$

donde:  $LF_t$  = largo total en mm a la edad  $t$ ;  $L_\infty$  = largo infinito;  $k$  = tasa de crecimiento;  $t_0$  = tiempo hipotético en el cual la talla del pez es cero y  $t$  = edad a la cual se quiere conocer la talla. El ajuste de las curvas y cálculo de parámetros se realizó mediante el uso del Fisheries Science Applications System (Saila et al. 1988).

**f) Época reproductiva**

Para la determinación del estadio de madurez sexual de las truchas se realizó la observación macroscópica de las gónadas de cada uno de los ejemplares capturados. A continuación se asignó a cada individuo un estado correspondiente a una categorización de cuatro estadios de desarrollo gonadal, ideada para el presente trabajo, los que se detallan a continuación:

- Estadio 1: peces vírgenes
- Estadio 2: peces en maduración
- Estadio 3: peces en desove
- Estadio 4: peces en postdesove

Para la estimación de la época reproductiva de ambas variedades de truchas, se obtuvieron los valores medios de índice gonadal asignados a cada individuo para cada estación del año. Para el análisis no se discriminaron a los individuos por sexo ni se utilizaron los peces que por su estadio gonadal fueron catalogados como vírgenes.