

### **3.5. Conservar los recursos hídricos subterráneos y superficiales (Objetivo 5).**

**Responsable: Edgardo Navarro**

#### **3.5.1. Metodología**

Por tratarse de una región árida, al momento de establecer pautas de protección del recurso agua, se tuvieron en cuenta aquellos parámetros más importantes que condicionan el almacenamiento, la circulación y la calidad del agua subterránea en la región.

Teniendo presentes las características de la región, se efectuó un reconocimiento general de los rasgos litológicos y de las características mecánicas de las rocas a campo, tomándose las medidas de densidad de diaclasamiento en superficie, condicionantes de las características de infiltración del agua de precipitación. Las tareas se desarrollaron sobre las unidades identificadas en laboratorio a través de fotografías aéreas y del análisis de imágenes satelitales LANDSAT5 TM, en sus siete bandas, particularmente la banda 5.

El criterio empleado en la determinación de las zonas Optimas, Aceptables y Mínimas para el cumplimiento del objetivo de conservación del recurso agua, estuvo dado esencialmente por el parámetro morfométrico densidad de drenaje. Este parámetro fue definido por Neumann (en Zavoianu, 1985), como la relación entre la longitud de los ríos por unidad de área. Como en el área las vías de escurrimiento son temporarias, el parámetro densidad de drenaje queda definido como la relación entre la longitud de las vías de escurrimiento por unidad de área.

La elección de los intervalos para delimitar zonas de distinto valor según el objetivo planteado se realizó a partir de la relación observada entre la presencia de vías de escurrimientos y el comportamiento hidrogeológico, principalmente con los reconocimientos de campo. Pudo notarse tanto en la zona sedimentaria como en los sectores basálticos, una correlación inversa entre el comportamiento hidrogeológico y la densidad de drenaje. Ante una mayor densidad de drenaje se infiere una menor infiltración del agua en el terreno. De esta manera, las zonas que presentan mayor número de vías de escurrimiento indicarían un volumen de agua que escaparía sin ser almacenada. En algunos casos, esta relación se ve particularmente modificada por el gradiente.

En la determinación del parámetro densidad de drenaje, se trabajó con las fotografías aéreas citadas en el inciso 3.4.

Con el uso de triples estereoscópicos, se delimitó en forma detallada sobre la fotografía central, las vías de escurrimientos que pudieron ser reconocidas a esta escala. A los efectos de la determinación de la Densidad de Drenaje, sobre una transparencia se efectuó un mallado regular cuadrado de 2x2cm (1,2x1,2 km reales), siguiendo el criterio planteado por Surken y P. E. Senkov (en Zavoianu, 1985), quienes sugieren que cada uno de los lados deben representar entre 1 y 2 km de terreno. En los sectores en que el trazado del escurrimiento estaba limitado por la escala y la alta densidad, se procedió a delinear figuras irregulares, asignándoles el valor mas alto de densidad de drenaje. La medida de la longitud de los escurrimientos, dentro de cada cuadrícula, se realizó con un curvómetro.

### 3.5.2. Resultados

La región este-sudeste de la reserva está representada por un sustrato basáltico con una cobertura sedimentaria de escaso espesor. Las determinaciones de las características de los planos de diaclasamiento se desarrollaron en los afloramientos basálticos.

En el área correspondiente a los 37° 44,22' de latitud Sur y 68° 53,7' de longitud Oeste, la superficie se encuentra cubierta por sedimentos básicamente arenosos y gravillosos, con bloques de rodados de basalto que pueden llegar a más de 40 cm de longitud. En los puntos en que el perfil basáltico se encuentra expuesto, pudo ser observado un importante diaclasamiento interconectado, variando el ancho de las mismas, entre 3 y 10 mm. La densidad de diaclasa medida en planta, en los distintos sectores, varía entre 4,2 y 5,3 m/m<sup>2</sup>.

Hacia los 37° 43,66' de latitud Sur y 68° 53,6' de longitud Oeste la densidad de diaclasas alcanza los 3,55 m/m<sup>2</sup> con una separación que va desde unos pocos mm a 1 cm. Existe una cubierta de escaso espesor de sedimentos arenosos con rodados basálticos.

En los 37° 42,85' de latitud Sur y 68° 53,2' de longitud Oeste, la topografía presenta una inclinación hacia el noroeste, con caída hacia un arroyo. Una cobertura sedimentaria con clastos de basalto principalmente, de hasta 40 cm de longitud, cubre finamente el sustrato basáltico. La densidad de diaclasas medida estuvo comprendida

entre 2,15 y 3,20 m/m<sup>2</sup>. La observación del perfil del arroyo manifiesta un diaclasamiento interconectado y elevado, sobrepasando los 2 m de profundidad.

La densidad de vegetación y la cobertura sedimentaria en la zona de transición de estepa gramínea a estepa arbustiva (aproximadamente 37°40' 35,92' de latitud Sur y 68° 48' 13,39' de longitud Oeste) impidieron la observación del diaclasamiento.

El sector correspondiente al Volcán Auca Mahuida está caracterizado en general por gradientes altos. Las laderas se encuentran cubiertas por una vegetación que se desarrolla sobre un suelo muy somero. Bloques basálticos de distintos tamaños cubren la superficie.

Hacia el sector oeste-noroeste de la reserva, la característica principal del paisaje son las dunas vegetadas, con un desarrollo importante de norte a sur, a partir de los 37° 40,91' de latitud Sur. La vegetación es de tipo arbustiva con material sedimentario suelto de alta permeabilidad, con bloques de basalto de hasta 50 cm de longitud.

Hacia los 37° 42,23' de latitud Sur, el espesor y la morfología de las dunas se acentúan, siendo la vegetación de tipo arbustiva con pastizales. En la cresta de estas dunas la proporción de suelo desnudo es mayor, siendo alta la densidad de vegetación en el sector de interdunas.

El rumbo de las mismas varía este-noreste, buzando la cara de sotavento hacia el sur-sudoeste, siendo observadas longitudes de ondas comprendidas entre 800 a 1.200 m. En algunos casos, se manifiestan como formas aisladas, con una morfología de tipo

parabólica. El sedimento que se presenta en mayor proporción es de tamaño arena media, estando subordinado el tamaño arena gruesa.

Hacia el sudoeste de la reserva, el espesor de las dunas disminuye, quedando en algunos casos, como una fina capa cubriendo las rocas basálticas infrayacentes, tal como ocurre en el Puesto Zolorza, ubicado a los 37° 47,08' de latitud Sur y 69° 1,3' de longitud Oeste, en las cercanías del Rincón del Infiernillo.

Siendo el volcán Auca Mahuida una zona de recarga importante de los acuíferos de la región, la precipitación constituye uno de los rasgos más destacados a ser considerado. Los datos oportunamente brindados por los pobladores de la región, indican que al menos para los últimos dos años, los valores de lluvias han superado significativamente el registro medio de 130 mm anuales (Universidad Nacional del Comahue, 1982). Los valores de lluvias fueron tomados en el Puesto Ruiz, ubicado a los 37° 36,45' de latitud Sur, 68° 51,8' de longitud Oeste (TABLA 3.5.1) y, aunque no pudo observarse el pluviómetro con el que se habían tomado, esta información es consistente con datos brindados en otros puestos y en la Escuela Auca Mahuida.

<b>Meses</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
Enero			42,5	
Febrero			36	89,6
Marzo			99	15
Abril				
Mayo			7,5	162,5
Junio			18	15
Julio			22,5	
Agosto				
Septiembre				
Octubre			40,5	
Noviembre			70	5
Diciembre			87	
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>225</b>	<b>441</b>	<b>302</b>

TABLA 3.5.1. Precipitaciones pluviales registradas en el Puesto Ruiz

Las precipitaciones níveas durante el año 1999 también fueron importantes, siendo al menos 10 el número de nevadas registradas para la zona, con espesores que superaron en algunos casos los 20 cm (datos recogidos en Puesto Ruiz y Puesto Zolorza).

Las medidas efectuadas para determinar parámetros físico-químicos del agua, fueron llevadas a cabo *in situ* con un medidor de multiparámetros simultáneos de calidad de agua. Se realizaron las medidas de los parámetros salinidad, pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura y turbidez.

Durante el trabajo de campo se tomaron muestras de agua de diferentes sectores dentro de la reserva y en pozos localizados en la vecindad de la misma.

Escuela Auca Mahuida 37° 53,16´ de latitud Sur y 68° 31,06´ de longitud Oeste.

La perforación en la cual se llevó a cabo el muestreo, está ubicada en la Escuela Auca Mahuida, en la cercanía de la perforación de la mina La Escondida mencionada por Sosic (1978), actualmente abandonada. Las características citadas por este autor, establecen que dicha perforación tenía una profundidad de 90 m, con un acuífero cuyo nivel estático estaba ubicado a los 32 m.b.b.p., con agua apta para consumo humano y un caudal de 3200 l/h.

Esta nueva perforación ha sido realizada dentro de los sedimentos del Grupo Neuquén. Según la información brindada por los habitantes del lugar, la misma posee una

profundidad de 90 metros, efectuándose la captación de agua con una bomba electrosumergible, localizada entre los 70 y 80 m. No fue posible realizar dentro del pozo ningún tipo de medición, pues el mismo se encuentra sellado en su extremo.

Según lo manifestado por el maestro de dicha escuela, en el año 1995, época de una gran escasez de lluvias (corroborada por las mediciones realizadas en el Puesto Ruiz, según las cuales la lluvia anual alcanzó para ese año los 40 mm) no se detectaron en la población de la región problemas de salud causados por consumo de agua proveniente de ese pozo. Tampoco se registró disminución en su caudal, lo que hace presuponer que el acuífero mantuvo su calidad y su volumen de almacenamiento.

Las medidas se realizaron en forma secuencial, determinándose paralelamente el caudal vertido por la bomba. Los valores obtenidos fueron los siguientes:

Número de medidas: 4 cada 10 minutos

pH: 8,51

Conductividad: 1647,5  $\mu$ S/cm

Oxígeno Disuelto: 2.96 mg/l

Temperatura: 22.625°C

Salinidad: 0,07%

Caudal: 2043 l/h

Los caudales medidos no superan los 2100 l/h, manteniendo constantes los valores de salinidad en 700 mg/l. Estas aguas cumplirían al menos, con el requisito de contenido máximo admisible de sales, en aguas potables de suministro público y de uso domiciliario. El contenido máximo establecido por el artículo 982 del Código Alimentario Argentino es de 1.500 mg/l. El pH elevado estaría marcando características hidroquímicas originadas por la reacción del agua con el sedimento, disolviendo sales e incorporándolas a su masa durante la circulación.

Aguada del Macho 37° 57,71' de latitud Sur, 69° 2,42' de longitud Oeste.

Este pozo se caracteriza por poseer presión de surgencia. Según lo comunicado por habitantes de este lugar, el mismo fue construido por una petrolera, no existiendo ningún tipo de sectorización del pozo, y se desconoce la profundidad final alcanzada por el mismo. El caudal no pudo ser medido pero se estima que supera los 5.000 l/h.

Número de medidas: 2

pH: 8,68

Conductividad: 3085  $\mu$ S/cm

Oxígeno Disuelto: 1,1 mg/l

Temperatura: 26,15°C

Salinidad: 0,15 mg/l

Percepción de olor

Las mediciones realizadas permiten establecer que el tenor salino es de 1.500 mg/l, valor límite de lo permitido por el Código Alimentario Argentino. Asimismo, el incumplimiento de al menos una de las propiedades organolépticas del agua (inolora), hacen que su uso no sea apto para el consumo humano. Posiblemente la heterogeneidad litológica del Grupo Neuquén atravesada por la perforación, produzca mezcla de aguas provenientes de acuíferos de calidades diferentes o bien sea ésta la calidad natural del acuífero confinado.

Dentro de la reserva, el análisis del agua se llevó a cabo en los frentes basálticos fracturados y sedimentarios, donde el agua aflora naturalmente, generando los cuerpos de agua conocidos como aguadas y las vías de drenaje natural.

Aguada Antigua: 37° 44,90' de latitud Sur y 68° 53,63' de longitud Oeste



El agua fue recolectada en un frente basáltico, cuya altura supera los 5 m y presenta una disyunción de tipo columnar. Los parámetros medidos, permiten asignar al agua de este sector un muy alto valor de pureza que hacen necesario extremar las medidas para su protección.

Número de medidas: 2

pH: 7,54

Conductividad: 172  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Oxígeno Disuelto: 6,8 mg/l

Temperatura: 11,3°C

Salinidad: 0,0 %

Caudal: 480,5 l/h

El basalto presenta una fracturación intensa, con diaclasas profundas (de hasta 3 m), interconectadas y con una separación que varía entre el mm y los 3 cm. Estos rasgos quedan reflejados particularmente en los valores de pH obtenidos, evidenciando la alta transmisividad del mismo y el poco tiempo de contacto del agua de circulación subterránea con el medio.

Rincón del Infernillo (Puesto Zolorza) 37° 47,08' de latitud Sur, 69° 1,30' de longitud

Oeste

El rasgo más destacable en este sector, lo constituye la presencia de un cañadón cuya profundidad supera los 200 m. Los sedimentos en la parte inferior del cañadón corresponden al Grupo Neuquén, estando hacia el techo cubiertos por un cuerpo tabular de rocas basálticas. Es posible observar afloramientos de agua desde el paquete sedimentario.

Número de medidas: 2

pH: 8,63

Conductividad: 624  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Oxígeno Disuelto: 5,87 mg/l  
 Temperatura: 20,95°C  
 Salinidad: 0,02‰

Las muestras fueron recolectadas en la base del cañadón, de una vía de escurrimiento generada a partir de acuíferos colgados presentes en los sedimentos del Grupo Neuquén. Los valores de conductividad y salinidad, permiten establecer que el agua de este lugar cumple con lo establecido por el Código Alimentario Argentino. El pH es elevado debido a la incorporación de carbonatos durante la circulación del agua.

Es posible presuponer que al infiltrarse el agua haya atravesado el espectro litológico presente en la zona. Por esta razón se procedió a realizar un análisis químico completo. Estos resultados, revelan la aptitud química para el consumo humano y quedan expresados en la TABLA 3.5.2.

Color	Incolora	Amonio	< 0,01 mg/l
Turbidez	No presenta	Arsénico	< 0,05 mg/l
Olor	Inodora	Calcio	45 mg/l
pH (potenciómetro)	8,3	Fluoruros (en F)	0,4 mg/l
Sólidos disueltos totales	400 mg/l	Hierro	< 0,05 mg/l
Dureza total (en CO <sub>3</sub> Ca)	220 mg/l	Nitratos	< 10 mg/l
Alcalinidad: total (en CO <sub>3</sub> Ca)	200 mg/l	Nitritos	< 0,01 mg/l
Cloruros (en Cl)	30 mg/l	Sodio	70 mg/l
Sulfatos	105 mg/l		

TABLA 3.5.2. Análisis químico del agua del Rincón del Infiernillo

Se resumen a continuación los requerimientos considerados para la elaboración del MAPA 12:

Parámetros	Óptimo	Aceptable	Mínimo
Densidad de drenaje	< 3,5 km/km <sup>2</sup>	3,5 - 5 km/km <sup>2</sup>	5 km/km <sup>2</sup>

TABLA 3.5.3. Requerimientos para conservar recursos hídricos subterráneos y superficiales.

En el sector sur-sudoeste del área de la Reserva, la morfología topográfica define una cuenca de drenaje importante, que requiere ser protegida. Para este caso particular, no se consideró el parámetro densidad de drenaje en la clasificación como en el resto del área.