

# Análisis de variabilidad climática en Paraje Kilka y Campo de Veranada. Degradación de suelos e incidencia sobre actividades regionales

Agustina Silva<sup>1,4</sup>, M Eugenia Coniglio<sup>2,4</sup>, María Llera<sup>3</sup>, Guillermo Jorge<sup>3,4</sup>, Edgardo Millen<sup>5</sup>

**Resumen** El trabajo se realizó en el sector centro occidental de la provincia de Neuquén. El Paraje Kilka es un asentamiento de trashumancia ubicado a más de treinta kilómetros al este de Villa Pehuenia. En el paraje convergen los Arroyos Cochico Chico y Grande, cuyas aguas provienen del deshielo de cabeceras ubicadas dentro de un gran valle de origen fluvial socavado originalmente por las últimas glaciaciones del Pleistoceno. En este trabajo, se realiza el estudio, mediante propiedades magnéticas de dos testigos tomados en el área, para validar los datos extraídos del análisis magnético y compararlos con datos climáticos obtenidos de estaciones meteorológicas instaladas en la zona. Por último, se correlacionan los resultados con el análisis geoquímico de los testigos.

**Palabras clave** Variabilidad climática, magnetismo ambiental, degradación de suelos.

## INTRODUCCIÓN

Los campos de Veranada son valles de altura, esta característica permite un clima más agradable para los animales en verano y disponibilidad de alimento para los mismos. Temperaturas inferiores permiten mayor disponibilidad de agua en el ambiente, con lo cual las pasturas se mantienen más frescas y sirven de alimento al ganado caprino de las economías regionales.

El magnetismo ambiental combina el análisis de propiedades magnéticas de rocas y minerales, que en conjunto con otros indicadores independientes nos permiten interpretar datos ambientales. Esta técnica permite caracterizar la mineralogía del lugar. La separación de la señal magnética nos facilita interpretar el tipo de sedimento encontrado. Los resultados provenientes del análisis de esta señal permiten interpretar procesos erosivos, vulcanismos, transporte por aumento de caudal de agua, condiciones oxido reductoras.

## ANÁLISIS DE CASO

Aleándonos de Paraje Kilka, a unos pocos kilómetros hacia el Oeste, pendiente arriba se encuentra un campo de Veranada. En estos campos, durante el verano, los puesteros llevan sus animales a pastar (ganadería caprina). La trashumancia es una actividad que culturalmente se conserva en muy pocas partes del mundo, y para los lugareños la ejecución con éxito de esta práctica determina su estabilidad económica durante ese año. También adquiere importancia turística ya que al final de la veranada, en diferentes localidades cordilleranas, se hacen festivales populares que repercuten directamente en la economía de los productores locales. En la Figura 1 se presentan dos fotos representativas del lugar de estudio.

Los productores de la zona manifiestan su preocupación ya que para encontrar pasturas tiernas tienen que llevar los animales cada año a mayor altura. A raíz de esto los animales pequeños sufren por las amplias distancias recorridas aumentando su riesgo de pérdida. Por otro lado, acusan que la excesiva venta de tierras en los valles de montaña no solo afectó el paisaje, sino que también está

<sup>1</sup>Instituto de Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina. Email: [asilva@campus.ungs.edu.ar](mailto:asilva@campus.ungs.edu.ar)

<sup>2</sup>Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina.

<sup>4</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

<sup>5</sup>Cooperativa Campesina, Unión de Trabajadores de la Economía Popular (UTEP), Argentina.



**Figura 1.** A la izquierda paraje Kilka, confluencia del arroyo Cochico Chico y Cochico Grande. En la derecha campo de veranada, ascenso del ganado al inicio del verano.

acotando los lugares donde alimentar sus animales, sin mencionar que las propiedades privadas ocupan las pasturas más cercanas a los cursos de agua permanente.

Esta zona se caracteriza por un clima fuertemente árido, con suelos donde predominan las arenas volcánicas. Esta característica da permeabilidad al suelo, haciendo que el agua escurra, de esta forma, la vegetación puede aprovechar mayormente el agua disponible en el suelo. En las zonas de menor pendiente se forman los Mallines, lugar donde la Estepa es dominada por pastos, en esas zonas el agua y la humedad del suelo suele permanecer durante todo el verano. Entre las herbáceas más importantes se encuentran las Festucas, la Festuca Pallescens es la especie más amenazada y necesaria para el pastoreo caprino. La Figura 2 tomada de Google E Pro muestra las características geográficas del lugar, indica la ubicación de los arroyos, el paraje y el campo de veranada. También se indica en la imagen el lugar donde se realiza la extracción de los dos testigos para el análisis magnético.

## METODOLOGÍA

En este trabajo realizaremos un estudio ambiental del paraje Kilka y el Campo de Veraneo. Para el análisis ambiental se tuvieron en cuenta, en primera instancia, datos meteorológicos (viento, precipitación, humedad, temperatura).

Para el análisis de variabilidad climática se tomaron datos del sitio Meteoblue, este sitio proporciona bases de datos para aportes científicos de estaciones meteorológicas homologadas. Se tomaron datos de la estación Temuco, con prospección para Villa Pehuenia que es la localidad más cercana al Paraje Kilka ya que en la zona no hay estaciones meteorológicas funcionales durante todo el año (estación: Temuco 38.75°S; 72.63°W. 114 msnm). Los datos muestran que las medias de temperaturas máximas tienen una tendencia a aumentar, al igual que las mínimas, pero la precipitación acumulada en los últimos años es bruscamente inferior a la de veinte años atrás. Esto representa un gran problema para los productores de la zona ya que limita el crecimiento de vegetación. La falta de vegetación deja el suelo descubierto, no sólo desaparece el principal alimento del ganado Caprino, también produce una aceleración en la degradación del suelo y el proceso de desertificación.

El centro de Ski Batea Mahuida mide los niveles de nieve cada año. Según los datos que nos facilitaron los niveles medios de nieve cada año en sus pistas también disminuyen y sus pistas permanecen nevadas durante un menor periodo de tiempo. Considerando que los niveles de nevada disminuyen en toda el área, esto también indicaría que el agua disponible por derretimiento se reduce en la zona del valle de altura.

El estudio geofísico se centró en las propiedades magnéticas. Se tomaron dos testigos, uno en



**Figura 2.** Imagen tomada de Google Earth Pro. Indica la ubicación de Arroyo Cochicho Chico, Arroyo Cochicho grande, el Paraje y el Campo de Veranada. La imagen satelital fue tomada el 18/01/2024.

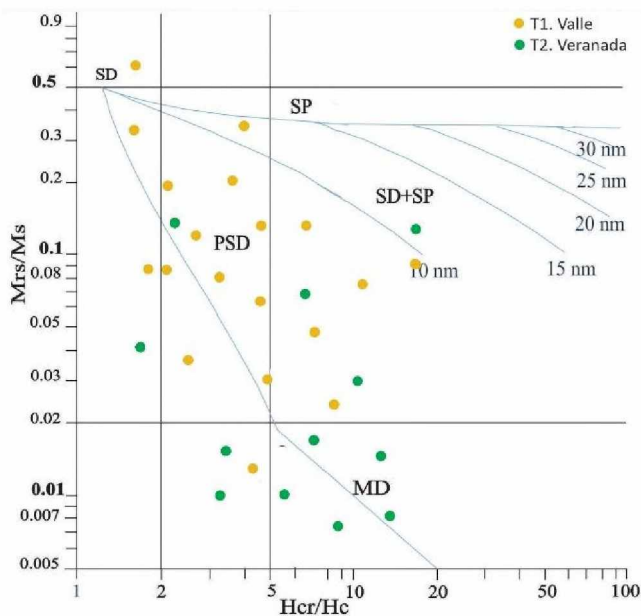
Campo de Veranada y el otro sobre Paraje Kilka. La Figura 2 muestra la ubicación de los testigos (Testigo 1:  $38^{\circ}54'10.75''S$ ;  $70^{\circ}48'52.07''O$ , Testigo 2:  $38^{\circ}54'39.71''S$ ;  $70^{\circ}49'34.94''O$ ). La extracción de testigos fue realizada con barreno para muestreo de suelo helicoidal tirabuzón de un metro. Los testigos fueron trasladados y conservados para su posterior tratamiento en el Laboratorio de Análisis Ambiental y Geofísica (LAAGEO) de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS).

El muestreo de propiedades magnéticas se efectuó tomando cada espécimen contra el siguiente, siendo cada uno de ellos representativo de la sedimentación de tres centímetros. Se utiliza balanza analítica para medir la masa de cada muestra, y se calcula la susceptibilidad magnética normalizada en peso. La susceptibilidad es medida con equipo Bartington MS2, de dos frecuencias (470Hz-4700Hz). También se tienen en cuenta parámetros de Magnetización de saturación ( $M_s$ ), Coercitividad ( $H_c$ ), y coercitividad de la remanencia ( $H_{cr}$ ) que se miden con Magnetómetro vibrante con campo menor a un Tesla. Se realizaron análisis geoquímicos en colaboración con la Universidad S Juan Bosco de la Patagonia. Las muestras fueron tomadas igual que para el análisis de parámetros magnéticos. Se midió Materia Orgánica (PPM), % $Fe_2O_3$  y Ar (PPM).

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la representación de resultados usamos el diagrama de Dunlop (2002), que es una adaptación del de Day et al. (1977) y sirve para determinar el estado de dominio de una muestra paramagnética. La utilidad de este diagrama es representar los parámetros de un ciclo histéresis para diferenciar granos de dominios simple (SD), pseudo-simple (PSD), (SP+SD) y múltiple (MD).

Las muestras tomadas en el campo de veranada indican mayor variabilidad en el tamaño de grano, con alternancia en la señal desde suelo a techo. El diagrama muestra la presencia predominante de partículas dominio múltiple, lo que indica partículas más grandes (ver Figura 3). Los resultados obtenidos pueden interpretarse como un transporte activo de sedimentos desde los valles de montaña pendiente abajo producto del deshielo constantemente en la zona. El transporte de sedimentos en esta zona es producido por el derretimiento de hielo y la escorrentía aguas abajo. Por el contrario, la variabilidad en la señal magnética en la zona del paraje indica transporte de un tamaño de partícula



**Figura 3.** Diagrama de Dunlop (2002). Se puede visualizar la diferencia en el tamaño de grano a partir de la componente magnética de cada una de las muestras.

menor en los últimos años, el tamaño de sedimento arrastrado en la planicie de inundación fue menor al último periodo, infiriendo un menor caudal en los cuerpos de agua. En el paraje el perfil sedimentario fue tomado sobre una vertiente de la zona de inundación no directamente sobre el arroyo, la señal magnética muestra que el transporte de sedimento se produce sobre partículas pequeñas, en periodos intermitentes de tiempo. Las partículas responden al patrón de dominio simple (SD) o pseudo dominio simple (PSD). Esto confirma que los fenómenos de lluvia son escasos, disminuyendo en los últimos años.

El transporte activo de materiales indica que a mayor caudal de agua mayor es el tamaño de grano que se puede desplazar, viceversa, cuando el caudal de agua es menor el transporte de sedimentos también disminuye. Los cambios en el material de partícula magnética encontrado en los estudios geofísicos indican que no solo disminuyó el nivel de lluvias, hecho ya confirmado por los datos meteorológicos, sino que también lo hizo la disponibilidad de agua de deshielo pendiente abajo. Según los lugareños hay otro factor más que podría estar afectando este fenómeno, y es la enorme cantidad de tierras vendidas, donde se puede dar el reencauce de vertientes de agua, y cambios en el uso del suelo que afectan a los productores de la zona baja del valle.

Por último, estudios geoquímicos en la zona indican contaminantes relacionados con el asfalto y el caucho con aumento en su concentración en la zona próxima al tope de testigo. Por la ubicación geográfica y las actividades que se desarrollan en la zona estos solo pueden ser atribuidos al tránsito por la Ruta Provincial N°13. La circulación de vehículos entre las localidades de Zapala y Villa Pehuenia, que son los centros urbanos de mayor cercanía. Si bien la ruta no es densamente transitada, la poca escorrentía de agua en la zona hace que los contaminantes se depositen fácilmente en el sedimento quedando la mayor concentración en la zona del valle.

## CONCLUSIONES

Los resultados indican menor porcentaje de lluvia en los últimos cinco años junto a menores niveles de nevadas, esto produce que baje el caudal en los ríos y arroyos, tampoco se acumula agua en la zona de inundación del valle, hay poca disponibilidad de agua en los cursos y baja la humedad en la zona de mallines. Las elevadas temperaturas evaporan rápidamente el agua de deshielo, y esto en definitiva afecta a los productores locales ya que tienen que arrear sus animales a puntos más altos del valle. La alimentación en mejores pasturas mejora el sabor del animal y lo nutre naturalmente, las caminatas más extensas contrarrestan los efectos positivos de la trashumancia en los animales. Los

análisis geoquímicos indican alta fragilidad del sistema relacionadas con la presencia del cruce de la Ruta Provincial N°13. Respecto de la cercanía con la ruta, los productores también manifiestan su preocupación por el riesgo que provoca la circulación de vehículos durante el cruce de ganado, siendo un riesgo la falta de control en la zona, mayormente en la veranada e invernada.

## REFERENCIAS

**Dunlop, D. J.** (2002). Theory and application of the day plot (Mrs/Ms versus Hcr/Hc). Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *Journal of Geophysical Research*, 107(B3), 1029–2001.