

## ***Formación de microrelieves y procesos de remoción en masa en la subcuenca del río Las Juntas***

***Ambato, Catamarca***

### ***Mass removal processes in the sub-river Las Juntas Ambato, Catamarca***

Lic. María Solange Páez<sup>1</sup>

#### **Resumen**

El suelo es un recurso vital que está sometido en la actualidad a una presión cada vez mayor. Cuando el ser humano aparece sobre la superficie terrestre modifica las condiciones que el medio le ofrece ante la necesidad de adaptarse y utilizar las mismas. Esa transformación del espacio geográfico se da mediante la práctica de actividades económicas consistentes en la explotación de los recursos naturales. Prácticas inadecuadas en el manejo de los mismos que han provocado alteraciones desmedidas en la naturaleza con consecuencias irreparables en los ecosistemas. Cuando las tierras de uso pastoril son utilizadas mediante explotaciones extensivas, en campos abiertos o grandes potreros, el control del impacto del pastoreo es limitado. Frecuentemente los impactos de apacentamiento intenso y continuo producen alteraciones o degradaciones importantes tanto en la composición botánica y en la productividad de la vegetación, como en la estabilidad y protección de los suelos.

La propuesta de esta investigación es caracterizar dos formas muy preocupantes de deterioro de los suelos, en la subcuenca del río Las Juntas, en el faldeo oriental de la sierra Ambato – Manchao, en la provincia de Catamarca. Buena parte del territorio está afectado en alguna medida por degradación física que se evidencia en dos formas: la primera y más aguda, es la remoción en masa de terrenos con la consecuente formación de cárcavas, y la segunda - menos evidente y de tipo crónico - es la erosión del tipo "terraceda por pisoteo", que se genera por el tránsito permanente del ganado en las laderas.

**Palabras claves:** Deterioro de los suelos, remoción en masa, "terraceda por pisoteo", subcuenca río Las Juntas, sierra Ambato – Manchao, tierras de uso pastoril.

#### **Abstract**

The soil is a vital resource that is submitted at present to a pressure every time major. When the human being appears on the terrestrial surface it modifies the conditions that the way offers her before the need to adapt and be in use the same ones. This transformation of the geographical space is given by means of the practice of economic activities consisting of the exploitation of the natural resources. Inadequate practices in the managing of the same ones that have provoked excessive alterations in the nature with irreparable consequences in the ecosystems. When the lands of pastoral use are used by means of extensive developments, in opened fields or big herdsman, the control of the impact of the shepherding is limited. Frequently the impacts of grazing intense and constant produce alterations or important degradations so much in the botanical composition and in the productivity of the vegetation, since in the stability and protection of the soils.

The offer of this investigation is characterizes two very worrying forms of deterioration of the soils, in the sub basin of the river Las Juntas, in the oriental side of the mountain Ambato- Manchao, in Catamarca's province. Good part of the territory is affected in some measure by physical degradation that is demonstrated in two forms: the first one and sharper - more acute -, is the removal in mass of areas with the consistent formation of ditch, and the second one - less evident and of chronic type - it is the erosion of the type " terraceda for trampling ", that is generated by the permanent traffic of the cattle in the hillsides.

**Key words:** Deterioration of the soils, mass movement, "terraceda for trampling", subbasin river Las Juntas, mountain Ambato - Manchao, lands of pastoral use.

<sup>1</sup> [paez.solange@gmail.com](mailto:paez.solange@gmail.com)

Este trabajo es producto del Trabajo Final de Licenciatura de la carrera de Geografía, Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36 – Km. 601, 5800, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

## Introducción

La transformación del espacio geográfico, mediante prácticas inadecuadas de manejo de los recursos naturales, provocan enormes alteraciones en la naturaleza con consecuencias irremediables en los ecosistemas. El área de estudio conformada por dos municipios, El Rodeo y Las Juntas, son entidades territoriales formadas por un conglomerado humano vecinal en un hábitat integrado por espacios naturales, que no son ajenos a los problemas ambientales.

El hombre ha actuado sobre estos espacios en forma permanente desde la época prehispánica hasta nuestros días, con la práctica de actividades agropecuarias, que han dejado huella en el paisaje serrano catamarqueño. El área de estudio presenta, hoy en día, problemas ambientales de degradación de suelos que afectan directa o indirectamente a la población humana.

El presente estudio en la cuenca baja del subsistema del río Las Juntas, constituye un aporte al conocimiento de la zona de trabajo, una fuente de información para estudios posteriores sobre dicha temática que sea de utilidad para los sectores sociales del ámbito local y regional, a fin de que se conozca parte de la realidad socio - económica en que se encuentran insertos y con la que conviven a diario.

Para ello se evaluaron las condiciones actuales del ambiente natural y sus elementos físicos y bióticos; se avanzó en una caracterización física del fenómeno de remoción en masa y formación de pisadas de vaca en la cuenca del río Las Juntas; se evaluó la magnitud y dimensiones de los deslizamientos del terreno y de las pisadas de vaca y se identificaron, describieron y analizaron los impactos ambientales que se derivan de estos fenómenos geomorfológicos, y que afectan a los factores del ambiente como suelo, flora, hidrología superficial y geomorfología en la cuenca del río Las Juntas.

El trabajo está dividido en seis secciones. La primera de ellas introduce en las nociones básicas sobre procesos de remoción en masa que se deben tener en cuenta para un estudio de estas características, y que sirvieron de punto de apoyo para este trabajo. La segunda sección hace mención a la metodología y las técnicas de trabajo implementadas para el estudio. La tercera parte hace referencia a la situación geográfica y localización del área de estudio, junto a la descripción de los aspectos generales de la subcuenca, esto permite entender el comportamiento de las distintas variables tanto naturales como sociales, frente a procesos de degradación. La cuarta sección ofrece los

resultados del trabajo de campo a través de una caracterización y evaluación del estatus de la degradación de las tierras en la subcuenca del río Las Juntas. Las siguientes dos secciones constituyen las conclusiones del tema y ciertas recomendaciones que se consideraron oportunas para realizar un manejo adecuado de la problemática.

### **Antecedentes sobre el tema**

Cuando el ser humano aparece sobre la superficie terrestre modifica las condiciones que el medio le ofrece ante la necesidad de adaptarse y utilizar las mismas, es el proceso de interacción Hombre – Medio. La transformación del espacio geográfico se da mediante la práctica de actividades económicas que consiste en la explotación de los recursos naturales. Las prácticas inadecuadas de manejo de los recursos han provocado alteraciones desmedidas en la naturaleza con consecuencias irreparables en los ecosistemas.

El hombre ha actuado sobre estos espacios en forma permanente desde la época prehispánica hasta nuestros días, con la práctica de actividades como la agricultura y la ganadería. Todas ellas dejaron – y dejan – su impronta en el paisaje serrano catamarqueño. Desde las terrazas o andenes de cultivo aborígen hasta la formación de los microrelieves como los “camino de vaca” en las laderas de las sierras en la actualidad.

El área de estudio presenta, hoy en día, problemas ambientales que afectan directa o indirectamente a la población humana, como son los procesos degradativos generados por la ganadería, entre otras. Esta pérdida acelerada e irreversible del suelo, conduce a la disminución de su productividad, haciendo que la ganadería se torne una actividad más costosa, menos competitiva e insostenible a través del tiempo. El deterioro de los suelos por efectos ganaderos es muy importante en el área de estudio. Cuando el pastoreo del ganado supera a la capacidad de renovación de los pastos del lugar nos encontramos ante la presencia de sobrepastoreo.

Según Kaimowitz (1996 en Murgueitio, 2003) la magnitud con que se ha llevado a cabo esta actividad en toda América Latina condujo en décadas pasadas al señalamiento de la ganadería como una amenaza para el bosque tropical. Este hecho es muy frecuente en las zonas serranas e involucra a diversos factores como: tipo de ganado, tipo y composición de los pastos, tipo de clima y tipo de suelo. Las “terracetas por pisoteo” formadas por el tránsito permanente del ganado, especialmente en laderas, constituyen

los microrelieves iniciales que en el proceso de magnificación generados por las fuertes pendientes, tienden a producir procesos de remoción en masa y con ello la pérdida constante de suelos y paisajes. Este tipo de microrelieves o microformas se genera por la degradación y deterioro del suelo, y se visualiza a la distancia como líneas paralelas dispuestas horizontalmente en la ladera de la montaña. Esas líneas se asemejan a “arrugas”, y constituyen pequeños peldaños de suelo compactado por los que transitan y pastorea el ganado (Imagen 1).

Otra de las formas de degradación del suelo – y la más aguda – es la remoción en masa de los terrenos con la consecuente formación de cárcavas.

**Imagen 1. Microformas tipo caminos de vaca cubriendo toda una ladera**



Foto: M. Solange Páez. 2007

El estudio de los procesos de remoción en masa – RM de aquí en más – ha aumentado a partir de los últimos 30 años del siglo XX debido al incremento en los daños y desastres vinculados con el avance de los asentamientos humanos en zonas que revisten cierto grado de peligro (Lugo-Hubp et al, 2005). Para Brunnsden (1979 en Alcántara Ayala, 2000) los procesos de RM involucran el movimiento de materiales que constituyen una ladera bajo la influencia de la fuerza de gravedad y sin la intervención de algún agente de transporte fluido.

Es muy común que, al término de RM se asocien otros como procesos gravitacionales (gravitational processes), procesos de laderas (slopes processes) y movimientos de laderas, todos considerados como sinónimos del primero; pero en un sentido más general se los puede llamar deslizamiento de tierra (landslide).

Sin embargo, desde hace algunas décadas la comunidad académica disiente en el empleo de cierta terminología que está vinculada a estos procesos, y ello es resultado de años de investigación y de la evolución de ideas por parte de los especialistas en la materia.

Los primeros aportes sobre RM los realiza W. Penck en 1894, quién hace la distinción entre este término (mass movement) y el de transporte de una masa (mass transport). Finalmente, Brunsden sostiene que la RM es el deslizamiento de una porción de los materiales que integran una ladera se origina cuando se rompe o se pierde el equilibrio de esa porción por efecto de la gravedad; y que los mismos se producen tanto en taludes escarpados como en laderas de menor pendiente Alcántara Ayala (2000).

Así, y desde el punto de vista conceptual, la RM es entendida como el movimiento de una parte o fracción de los materiales que constituyen la ladera, debido al rompimiento del equilibrio de esa porción, por efecto de la gravedad. Pero definido de esta manera, el término de RM es bastante amplio e involucra una variedad de formas, procesos y mecanismos causales – que son analizados a continuación – que identifican la complejidad de su estudio, y que obligan a disgregarlos para un mejor entendimiento de los mismos. La RM se produce cuando la porción de ladera se vuelve débil para soportar su propio peso. No existe una única y bien definida causa en la inestabilidad de la vertiente, son muchos los factores que contribuyen al desequilibrio de la misma (Beltramone, 2005).

### **Causas de tipo externo e interno**

De manera más general se puede clasificar a las causas como de tipo externo y de tipo interno (Terzaghi, 1950; Selby, 1993 en Beltramone, 2005). Dentro del primer grupo se encuentran:

- aquellas que producen un aumento en la tensión o esfuerzo de los materiales. Por ejemplo los cambios en el peso que sufre una ladera como resultado de erosión, socavamiento, excavaciones artificiales, cargas y descargas.
- las tensiones transitorias naturales y artificiales – sismos, vibraciones – y cambios en el régimen hidrológico – intensidad y frecuencia en las precipitaciones.

- La litología. En aquellas laderas formadas por varios tipos de suelos o rocas, el comportamiento del conjunto depende de cada uno de los materiales que lo conforman.
- La vegetación. Generalmente una ladera deforestada o con discontinua cobertura vegetal se desestabiliza mas rápidamente que aquella que presenta una cobertura vegetal con cierto grado de continuidad, debido a la acción de la escorrentía superficial difusa.
- La pendiente. Es este un factor de marcada influencia en la inestabilidad de las vertientes.
- El clima. Dentro de esta variable – y aplicable al área bajo estudio - en la evolución de las vertientes hay una relación directa entre los mecanismos de RM y las precipitaciones caídas en forma abundante y torrencial. La lluvia produce aumento de la saturación de terreno, aumento del peso del suelo y aumento de su presión. De esta manera, corrientes extraordinarias de agua pueden propiciar la socavación y el deslave del terreno, y su posterior caída.
- La actividad antrópica puede también ser causante de la ocurrencia de deslizamientos, algunos factores antrópicos más importantes son los cambios en el régimen de la presión del agua del subsuelo, debido a la concentración de infiltraciones producidas por roturas de drenajes o de sistemas de abastecimiento de agua; cambios en el régimen de las aguas superficiales; construcción de tanques de almacenamiento; infiltraciones por fosas sépticas; reducción de evaporación e infiltración y aumento de la escorrentía ante la impermeabilización para urbanizaciones.
- Los cambios en la topografía de la ladera y la sobrecarga y presiones a la misma.
- Deforestación, es decir, tala de bosques, agricultura, pastoreo quema, cambios en el uso del suelo.

Las causas internas hacen referencia a la disminución en la resistencia de los materiales. Los mismos se transforman a través de movimientos como expansiones laterales o fisuras, procesos de intemperismo o erosión.

Los factores internos se relacionan con:

- el origen y las propiedades de los suelos que componen la ladera, su distribución espacial y la presencia de agua. Esta última puede ejercer una presión dentro de la masa térrea que provoca la disminución de la resistencia. Por este motivo, el agua en

forma de precipitación proveniente de cualquier otra fuente es una de las principales causas de la RM.

- La resistencia que el suelo y las rocas tienen al esfuerzo cortante dependen de las condiciones geológicas y climáticas de la región y serán variables en el tiempo y espacio (Alcántara Ayala, 2000).

Pero los procesos de ladera ocurren por la combinación de estos factores, todos en grado diverso contribuyen a la inestabilidad, aunque algunos elementos son considerados como factores desencadenantes. Las características intrínsecas o debilidades inherentes en las rocas y suelos – suelos expansibles o colapsables – se combinan frecuentemente con otros factores desestabilizadores externos como precipitaciones, sismos, erupciones volcánicas, entre otros. De esta manera, los procesos geomórficos que se desarrollan en el interior de la subcuenca del río Las Juntas, están estrechamente relacionados con agentes o factores erosivos, detallados precedentemente, que inciden – en diferente grado y forma – en la dinámica de las vertientes.

#### **Causas en la cuenca de estudio**

Sin lugar a dudas, y con base en la observación y en los recorridos de campo, se puede establecer que los factores que más han contribuido al desarrollo e intensificación de los procesos degradativos en estos relieves colinados catamarqueños son: la presencia de depósitos de material loésico, altamente susceptible y colapsable; la inexistencia o escasez de cobertura vegetal que amortigüe el impacto de las gotas y la escorrentía superficial; la existencia de aguaceros estacionales intensos y de corta duración; la presencia de laderas escarpadas, donde la energía aumenta proporcionalmente arrastrando los materiales sueltos; y la presión que genera el pisoteo constante del ganado mayor sobre estos relieves.

La importancia de conocer y entender como afectan estos factores a la estabilidad de una ladera, radica en poder distinguirlos en el campo, de evaluar el grado o magnitud de la amenaza que representan, y de tomar medidas de prevención. Las inestabilidades, son fenómenos que no necesariamente ocurren de manera individual, sino que además de evolucionar a fenómenos más complejos, suelen combinarse y dar origen a tipologías diversas siendo, por este motivo, difíciles de clasificar.

## Clasificaciones de los procesos de RM

Existe una gran variedad de clasificaciones de los procesos de RM. Los autores se han basado en aspectos muy diversos para realizar las mismas, surgiendo así tipologías según:

- Atributos morfológicos de los movimientos, ya sea en la superficie de ruptura o en el área de depósito
- Tipo y velocidad del movimiento
- Tamaño y tipo de materiales involucrados
- Antigüedad del movimiento
- Grado de actividad
- Tipo climático

Pero la clasificación más aceptada y aplicada es aquella que se basa en el mecanismo del movimiento. Según esta clasificación podemos diferenciarlos en: caídas o desprendimientos (falls), vuelcos o desplomes (topples), deslizamientos (slides), expansiones laterales (lateral spread), flujos (flows), movimientos complejos (complex movements).

Otra completa y simple clasificación es la realizada por Epoch en 1993 quien elabora una diferenciación entre el tipo de movimiento y los materiales involucrados, basándose para ello en previas clasificaciones realizadas por Varnes en 1978 y Hutchinson en 1988. De esta manera los movimientos de desprendimiento, vuelco o desplome, deslizamiento, expansión lateral, flujo, movimientos complejos, se subdividen a su vez según el material formador, esto es según se trate de roca, detrito o derrubio y suelo (Alcántara Ayala, 2000).

## Consideraciones metodológicas

La *Geomorfología Ambiental* es una parte de la Geomorfología que se fundamenta en la aplicación de los conocimientos ya desarrollados en esta ciencia, al estudio de los impactos naturales y antrópicos en el medio. Se basa en las técnicas de evaluación de áreas desde varios puntos de vista ambientales (Sala Sanjaume et al. 1996). La creciente preocupación por problemáticas que se asocian al uso del territorio, han desplazado el



interés de muchos geomorfólogos hacia enfoques eminentemente provisorios y correctores de los efectos sobre el medio natural. Dicho enfoque se engloba en esta *Geomorfología Ambiental*, que pone énfasis en las posibles interferencias entre procesos geomorfológicos y actividad social. Recientemente han adquirido mayor importancia los temas relacionados a procesos generadores de riesgos naturales, con metodologías referidas al análisis territorial.

En esta última categoría se sitúa el método histórico – natural, que permite abordar hipótesis sobre nuevas configuraciones del paisaje y modelos predictivos según variables espacio – temporales. Para estos fines tienen especial importancia los estudios de procesos actuales y formas del relieve, en términos de estabilidad, ritmicidad, equilibrio, etc (De Pedraza Gilsaz, 1996).

Para conocer, evaluar y analizar la formación de microrelieves (pie de vaca) y el proceso de remoción en masa en el área de estudio fue necesario:

- La caracterización – a gran escala – de las zonas afectadas por los movimientos de laderas, considerando aspectos morfológicos y geomorfológicos; y factores que influyen y condicionan el comportamiento del terreno.
- La caracterización meteorológica del lugar.
- Estudios técnicos del lugar mediante investigaciones “in situ”.
- Recopilación de información previa sobre el área de estudio.

Se realizaron campañas al sector de trabajo, para el relevamiento y registro “in situ” de las microformas determinando aspectos como: el ancho y largo de los caminos de vaca, características de los resaltos entre los distintos niveles de terracetas (Imagen 2). Para ello se seleccionaron laderas, en forma aleatoria, que recibieron el nombre de “Estaciones de Trabajo” (ET) en las cuales se utilizó la señalización con estacas y se definieron los niveles correspondientes para cada uno. Se consideraron además datos generales como posición astronómica, altitud, rumbo, pendiente general, cobertura vegetal y potencia del suelo de cada “Estación de Trabajo”. En total se relevaron 10 laderas, y se obtuvieron 200 mediciones de ancho y resalto de eventos de cada una. La información obtenida se volcó en planillas, (Cuadro 1) que luego fue sistematizada para obtener las tendencias medias de los niveles referenciados. Esto permitió contar con un dato unificado de las tendencias generales para cada una de las áreas analizadas. También se realizaron mediciones de los núcleos de erosión considerando el largo,

perímetro y profundidades del evento. Para esta última variable se obtuvieron también las tendencias medias.

Realizar un análisis y evaluación de estos hechos requiere considerar el funcionamiento del proceso natural, su área de influencia y la implicancia social del mismo, es decir, su posible interferencia en las actividades humanas. Para ello se recurrió a los datos censales aportados por el INDEC acerca de la provincia de Catamarca.

**Imagen 2:** En la foto se observan varios eventos de pie de vaca. La flecha azul indica la altura del resalto (R), la roja indica el ancho del evento (A) y la anaranjada la pendiente (P)



**Cuadro 1: Modelo de planilla de recolección de datos**

Estación de Trabajo N°... Terraza N°...			
Referencias	Número	Ancho del evento	Altura del resalto
	1		
	2		
Fecha:	3		
	4		
Posición:	5		
	6		
Rumbo:	7		
	8		
Exposición:	9		
	10		
Pendiente:	11		
	12		
Grado de cobertura vegetal:	13		
	14		
Superficie del área:	15		
	16		
Altura s/n/m:	17		
	18		
Largo del evento:	19		
	20		
Media general:			
Observaciones:			

## Situación geográfica de la cuenca de estudio

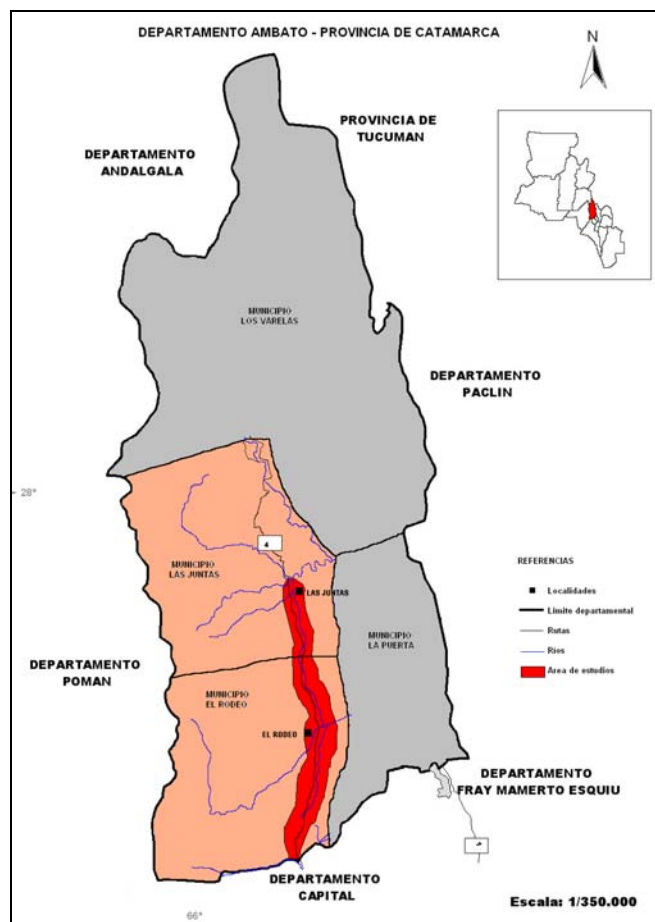
La cuenca objeto del presente estudio, que queda definida por el río denominado Las Juntas, se encuentra situada en el flanco oriental del cordón serrano Ambato – Manchao, perteneciente al sistema de las Sierras Pampeanas septentrionales, en el centro – sur del departamento Ambato, en el Sureste de la provincia de Catamarca (Fig. N° 1).

Se tomó como lugar de muestreo y análisis, el área correspondiente a los cauces de la cuenca baja del subsistema del río Las Juntas, aquellos localizados a los 1100msnm aproximadamente.

La zona de estudio queda entonces enmarcada por las siguientes coordenadas:

- Al Norte: 28° 04' 12" LS
- Al Sur: 28° 18' 36" LS
- Al Este: 65° 51' 00" LW
- Al Oeste: 65° 55' 00" LW

Fig. N° 1. Departamento Ambato y localización del área de estudio



Fuente: elaboración propia Solange Páez. Año 2007

Las Sierras Pampeanas –de aquí en más SP- constituyen uno de los sistemas más antiguos del planeta, rejuvenecidos por el sobreelevamiento que durante el Terciario produjo una fuerza de reacción, la cual generó además la cordillera andina (Costello, 2005). La constitución geológica y el estilo tectónico que presentan son igualmente sencillos. Se trata de un basamento cristalino de edad precámbrica compuestos por esquistos metamórficos, gneis y granitos.

Durante el Carbónico este complejo era un área de relativa estabilidad, que solo estaba sujeta a movimientos de menor amplitud de tipo verticales, pero con una propensión a fracturarse en bloques. Estos, movidos de forma diferencial dieron origen posteriormente a cuencas continentales en las que se depositaron sedimentos terrígenos producidos por su misma erosión.

Bajo un clima húmedo y templado – frío primero, y cálido y seco con precipitaciones después, fueron rellenadas las cuencas durante el Carbónico y Pérmico con sedimentos aluviales.

La actual morfología de las SP debe su existencia a los movimientos andinos de carácter compresivos del Terciario superior (Plioceno), y los movimientos ascendentes manifestados a principios del Cuaternario (Pleistoceno) que fracturaron y ascendieron el basamento cristalino en bloques tectónicos. Los núcleos cristalinos de las SP quedaron expuestos debido a la erosión subsiguiente que eliminó una parte importante de la cubierta sedimentaria. El material desprendido comenzó el relleno de las cuencas y valles intermontanos (Caminos, 1972).

Como parte de las SP septentrionales, las Sierra del Ambato – Manchao, constituyen un macizo rocoso cuyos bordes presentan fracturas verticales y subverticales, y en su interior depresiones intermontanas también delimitadas por fracturas. Estas son evidencias de la actividad neotectónica que afecta al macizo cristalino y a los depósitos del Cuaternario adosados al mismo sobre el faldeo oriental de la mencionada serranía (Papetti et al, 2004).

Los valles intermontanos elevados de las sierras Ambato – Manchao constituyen valles antecedentes, cuyo origen se halla en el rejuvenecimiento antes descripto.

Estructuralmente presentan una disposición general Norte – Sur, que incide en el escurrimiento de los sistemas hídricos y que se manifiestan en los órdenes finales

terminales como el caso del río del Valle. Geológicamente, el área estudiada, posee una estratigrafía heterogénea y variada - si se tiene en cuenta las reducidas dimensiones de la misma - no sólo en sus croniedades, sino también, en su litología, calidad geotécnica y estabilidad de los materiales en posiciones de pendientes.

En todo el valle y sierras de Las Juntas y El Rodeo, y en la ladera oriental del Ambato – Manchao se localizan depósitos loésicos, productos de una selección de materiales causada por vientos globales y arrojados sobre estas laderas. Se trata de un sedimento friable, de color castaño claro, con estratificación gruesa, y un espesor de aproximadamente 8 mts. La roca principal es un limo arenoso compuesto por granos de cuarzo, plagioclasa ácida, vidrio, moscovita, biotita, piroxeno, entre otros (González Bonorino, 1974).

En el área de estudio las características geomorfológicas son de gran importancia por las implicancias que estas tienen en el paisaje tanto natural como antrópico y en los procesos actuales y futuros que modelan el paisaje.

El área de estudio se localiza en la formación correspondiente al cordón serrano Ambato – Manchao, perteneciente al sistema oriental de SP, y al Plegamiento Hurónico del Precámbrico con modificaciones en el Hercínico de la era Paleozoica. Pero fue la tectónica andina, que con el esfuerzo en sentido Oeste – Este, le otorgó la topografía actual a estos cordones longitudinales. Los bloques que se sobreelevan se caracterizan por poseer una mayor extensión, un sistema de drenaje bien desarrollado y denso, y una suave pendiente en el flanco oriental, a diferencia de las pendientes occidentales fuertemente marcadas con redes de drenaje poco desarrolladas y de corto recorrido. Litológicamente el sitio se constituye por rocas del basamento metamórfico cubiertas de sedimentos loésicos, que como consecuencia del retransporte por escorrentía dan lugar a pequeñas terrazas en los bordes de los ríos principales como Las Trancas, Los Pinos, Durazno, entre otros (Costello, 2005).

Al Norte del área estudiada y al pie de la Sierra de Huañomil se observa una gran fractura que se prolonga siguiendo el cordón Ambato – Manchao hacia el sur. Esta falla denominada de la Quebrada de Humaya continúa hasta la garganta del río Huañomil, cerca de Las Juntas, donde es reemplazada por otra línea tectónica que sigue el recorrido del camino carretero – camino que une la localidad de El Rodeo con la capital provincial – y que da origen a la depresión de Las Juntas – El Rodeo. La fractura que se

extiende al pie del Ambato - Manchao tiene una dirección Norte – Sur y culmina a la altura del cerro Manchao con más de 3500 mts.

Sobre el faldeo oriental de esta serranía - y con mayor énfasis al Norte y al Sur del cerro Manchao - se observan formas suaves que fueron heredadas de una antigua peniplanicie terciaria. Esta pendiente muestra a su vez una profunda erosión por parte de los cursos consecuentes que bajan de la cumbre (González Bonorino, 1974).

Según el Atlas de Suelos de la República Argentina del INTA (1990) los suelos presentes en el área de estudio pertenecen al Orden de los Molisoles.

Son suelos negros o pardos desarrollados a partir de sedimentos minerales en climas templados húmedos a semiáridos con una cobertura vegetal de gramíneas. Los molisoles que se caracterizan por no presentar problemas de saturación con agua, y que predominan en climas con frecuentes sequías y temperaturas templadas y cálidas son los Ustoles.

Para Ogas (1994) dentro de este subgrupo, y en el área de estudio, se encuentran suelos pertenecientes a la unidad cartográfica Complejo de Humaya formado por los Haplustoles énticos, líticos y típicos. Estos suelos se formaron a partir de depósitos eólicos de limos y arenas finas, presentan además un horizonte de materiales minerales ligeramente alterados debajo del horizonte superficial oscuro. Muchos muestran un manto calcáreo ubicado entre los 0,8 y 1,0 mts de profundidad. Según Sanzano (2005) su comportamiento mecánico está determinado por la presencia dominante de limo fino en todo el perfil del suelo.

Según el estado de su estructura interna algunos suelos limosos son denominados loésicos. Estudios realizados con anterioridad por Costello (2002) y colaboradores certifican la existencia de suelos loésicos en el área estudiada. Estos suelos formados por acción eólica - loess primario – pueden ser retransportados y redepositados por otros medios – loess secundarios - siendo su génesis aún, un tema controversial en la comunidad académica (Rocca et al, 2005).

Respecto de su edad, si bien este sedimento no es exclusivo del Cuaternario, fue en este período cuando se pone en marcha de manera generalizada en casi todos los continentes. Según García Jiménez et al (2006) los afloramientos loésicos de las regiones templadas se formaron bajo ambientes de estepa muy seca y fría.

Los suelos loésicos del Cuartario superior, también denominados loesoides, existen en Sudamérica, encontrándose en Argentina del Tipo Pampeano y Tipo Chaqueño, que genéricamente fueron encuadrados bajo la denominación de Formación Pampeana (Iriando, 1997 en Roca et al, 2005). La sedimentación loesoide en Argentina fue relacionada con la fase de orogenia andina del Mioceno Tardío – hace 10 millones de años aprox. Al modificarse la Cordillera de los Andes, se genera una barrera a los vientos húmedos provenientes del Pacífico, quedando la humedad retenida en la vertiente occidental de los Andes (lado chileno).

Estos loess se encuentran en el subsuelo profundo y constituyen los depósitos más antiguos; los más recientes – loess primario - en cambio corresponden al Pleistoceno Tardío / Holoceno. Así lo confirman los loess Pampeano y Chaqueño que sugieren períodos de depositación de entre 10 y 30.000 años.

La composición mineralógica varía de Norte a Sur. En los depósitos septentrionales predomina el cuarzo y los feldespatos, con bajas proporciones de plagioclasas y vidrio volcánico. La formación de arcilla in-situ es inversamente proporcional al tamaño del grano del material madre.

En las pampas del Este los loess recientes alcanzan un espesor de 10 – 15 mts; en las estribaciones montañosas hacia el Sur y Oeste se incrementa a 40 mts; en los valles subtropicales andinos varía entre 20 – 60 mts: en las llanuras chaqueñas occidentales entre 10 – 20 mts; y en el centro y Este tienen un máximo de 10 mts (Sayago et al, 2001 en Roca et al, 2005).

Los depósitos más recientes – material loésico sensu-estricto – se caracterizan por su inestabilidad a las variaciones de humedad, por lo que su estructura puede colapsar. Estos depósitos presentan nódulos y microcristales de carbonato de calcio insoluble dentro de su masa. Cuantos más antiguos son, menor es la inestabilidad que sufren.

Además el loess posee alta resistencia cohesiva pudiendo soportar cargas importantes. Pero las formaciones arcillosas pierden rigidez al corte y resistencia cuanto mayor es su contenido de humedad, cuanto mayor es su capa hidratada.

La característica geotécnica más importante es su colapsabilidad, es decir, el estado de su estructura interna puede destruirse por cambios en el contenido de humedad o tensional, provocando variaciones volumétricas bruscas.

Tal es así que antes de alcanzar su saturación la estructura puede colapsar. Para que esto suceda a veces basta con el propio peso de la masa del suelo, con muy poca carga externa. Entonces la resistencia, rigidez y grado de colapso están condicionados por la relación de vacío inicial y contenido de humedad del suelo.

En el área de estudio los suelos existentes pertenecen a loess recientes cuya inestabilidad estructural y grado de colapsabilidad son altas. Si a estas dos características geotécnicas se le suman otras de tipo climático, edáfico y de vegetación particulares, se está en condiciones de confirmar la alta susceptibilidad de estos suelos a los procesos degradativos y gravitacionales como la remoción en masa. Por otra parte, la estructura se debilita y colapsa más rápidamente si además se tiene en cuenta la carga externa extrema que sufren estas laderas con el continuo pisoteo de ganado mayor.

Estas masas térreas sufren agudos cambios en el contenido de humedad, al recibir lluvias de gran intensidad y corta duración durante el estío, mientras que el período invernal se caracteriza por el déficit hídrico. Los suelos se alteran con mayor facilidad al encontrar, un horizonte edáfico poco desarrollado y una escasa cobertura vegetal, provocando en consecuencia la inestabilidad de los taludes.

### **Aspectos climatológicos y Biogeográficos**

La existencia de un manto vegetal continuo desencadenaría procesos de edafogénesis, favoreciendo la cementación de las partículas deleznable. La vegetación protege al suelo de la erosión y las raíces dificultan el transporte del material. Sin embargo, y aunque los suelos formados por loess son de gran fertilidad pudiendo ser aprovechados como tierras de cultivo, en las laderas orientales del Ambato- Manchao los pocos pastos existentes son agotados por el ganado. Por lo que la situación ideal de equilibrio entre el suelo, clima y vegetación (biostasia), que dificulte los procesos de degradación y transporte de los materiales, no se da eficazmente, dado que, al menos en el sector estudiado la cobertura vegetal no es total.



Desde el punto de vista climatológico, la provincia de Catamarca se caracteriza por la gran continentalidad, es decir, por las temperaturas elevadas, vientos constantes, escasas precipitaciones que se materializan en forma de cortos y torrenciales aguaceros estivales.

Estas características dan origen a un paisaje semiárido con inviernos secos y veranos cálidos. Los gradientes de humedad señalados presentan una reversión parcial en sus patrones debido a la altura del cordón Ambato – Manchao. En la falda oriental del mismo la humedad aumenta levemente hasta la altura – en sentido latitudinal - de El Rodeo y desde allí disminuye gradualmente hacia el sur. La mayor altura de la sierra favorece su acción condensadora (González Bonorino, 1974).

En los valles intermontanos de altura presentes en el área estudiada, la altitud (1300 – 3000 m/s/n/m aprox.) y la disposición Norte – Sur de los cordones, actúan como barreras captando las precipitaciones orográficas, producidas por la circulación de masas húmedas provenientes del Atlántico a estas alturas. Las precipitaciones anuales en la zona superan los 700 mm y originan un ambiente de pastos de altura de gran significancia económica y ambiental (Costello et al, 2005).

La temperatura media anual es de 12,5° C registrándose máximas y mínimas absolutas de 39,7° C y – 7,8° C respectivamente. La zona presenta una precipitación media anual de 658 mm por lo que se define como una región semiárida, observándose sin embargo, diferencias en su distribución anual y estacional.

Al revisar los registros respectivos a la marcha de las precipitaciones en la zona de estudio se detecta, bajos volúmenes de agua precipitada durante la década 1969/79, un incremento de los mismos entre 1979/88, y nuevamente en la década siguiente 1988/98 los volúmenes caídos revelan un descenso, para luego comenzar a aumentar hasta la actualidad. Pese a ello, no se observa una tendencia definida de los montos pluviométricos, ya que aun en los períodos húmedos se intercalan años muy secos. Se puede decir que estos cambios registrados responderían a variaciones cíclicas que en los próximos años podrían manifestar nuevos reajustes y cambios de signos, al no tratarse de tendencias permanentes sino de ciclos naturales, estos pueden tener fases positivas y otras negativas.

Con respecto a las variaciones estacionales se observa que, el período más lluvioso es el verano, época en la que se producen el 55% de las precipitaciones – predominantemente líquidas, dicho período húmedo se extiende desde los meses de Diciembre a Abril. En los meses invernales tanto en las zonas de las cumbres como en las de altitud media se registran precipitaciones sólidas de nieve y granizo.

Los resultados de trabajos realizados por la Secretaría del Agua y del Ambiente de la Provincia de Catamarca, Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos, indican la existencia de medias mensuales más altas de este meteoro en los meses de Diciembre con 110,9 mm; Enero con 128,37 mm y Febrero con 119,59 mm (un total d 358,95 mm precipitados en solo 3 meses); y las mínimas se registran en Junio con 7,38 mm; Julio con 8,31 mm y Agosto con 6,64 mm (un total de solo 22,33 mm) (Segura et al, 2003) (Cuadro 4).

Corroboran estas afirmaciones, la observación, análisis y comparación de los datos estadísticos correspondientes a la Estación Meteorológica El Rodeo. La elección de esta estación meteorológica observatorio se debe a su localización dentro del área de estudio, y a la disponibilidad de series temporales significativas de datos - 38 años - de orden estadístico y meteorológico para la caracterización climática. Es necesario advertir que algunos de los datos observados en el Cuadro 3 no existían por lo que se debió rellenar los faltantes con el promedio mensual.

Biogeográficamente el área de estudio corresponde a la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, Distrito Serrano. Según Cabrera (1976) el mismo, forma un amplio ecotono con las Provincias de las Yungas y el Monte. La vegetación dominante es el bosque xerófilo que alterna con estepa de gramíneas duras. La vegetación se dispone en forma de pisos o cinturones con particularidades en cuanto a su estructura y composición. Los límites de cada piso no son netos, son áreas de transición que varían en función de las condiciones climáticas (Morlans, 1995).

En la ladera oriental del Ambato – Manchao los pastos y bosquecillos presentes en las quebradas son menos xerófitos que aquellos que cubren los fondos del valle longitudinal. Al sur de la localidad de El Rodeo aumenta la xerofilia y la cubierta de gramíneas es mas rala y dura, aumentan los arbustos y árboles típicos de la formación del monte seco (González Bonorino, 1974)

Se distinguen en la zona bajo estudio dos áreas de gran contraste:

- Los pastos de altura con características de prados de montaña.
- Bosques nativos que ocupan las laderas de umbría y que se encuentran en proceso de colonización y aumento de su dominio, llegando a extenderse hasta altitudes de 1400 – 2700 m/s/n/m.

### **Relevancia económica. Usos del suelo agropecuario en el paisaje agrario de la subcuenca del río Las Juntas.**

El factor natural impone ciertas condiciones a las actividades económicas, sobre todo a las agropecuarias. El suelo posee capacidades distintas para soportar diversas actividades humanas, en función de sus características físicas y ecológicas. Estos usos del suelo son regulaciones que determinan las actividades que es posible llevar a cabo en los terrenos del área rural, sin modificar las propiedades de la tierra. Es importante su regulación pues hay actividades que los terrenos del área rural pueden soportar, pero hay otras que en lugar de beneficiar a la población, propician la pérdida de los recursos naturales y de las tierras productivas. Esto es, actividades económicas que impactan de manera negativa en los paisajes agrarios.

Consecuencia del desconsiderado uso que se hace de los recursos agua – suelo, la mancha de erosión, así como la desertificación de tierras con capacidad agrícola – ganadera, están creciendo aceleradamente. Este es uno de los flagelos más importantes que el hombre debe tratar en la actualidad, ya que una tercera parte de los suelos aptos para uso agropecuario se han perdido por mal manejo de los mismos, provocando que el 80 % de los suelos con capacidad de producir alimentos a nivel global, presenten severos problemas de estabilidad como consecuencia de diferentes tipos de erosión generadas por el hombre y sus prácticas económicas (Costello, 2004).

La crisis social y económica en las comunidades rurales, va de la mano con el uso intensivo e indiscriminado de los recursos naturales, poniendo en serio peligro el futuro de las nuevas generaciones, y la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas de montaña de los que dependen el bienestar y calidad de vida de esas comunidades que los habitan. Si bien los recursos naturales son la principal fuente de subsistencia para las comunidades rurales, la mala utilización de éstos está provocando problemas ambientales entre los que se sitúa la disminución del potencial productivo de las tierras.

Es preciso considerar que, desafortunadamente, muchos de los impactos que la población provoca con el desarrollo de sus actividades económicas, no son estimados por las mismas como relevantes. Se suele considerar a los recursos naturales – incluido el suelo – como productos de abundante oferta y no son debidamente valorados haciendo un uso intensivo de ellos a los fines de alcanzar los objetivos económicos propuestos.

Las principales actividades económicas de los municipios que componen el área de estudio son la agricultura y la ganadería.

En la producción agrícola destacan por su importancia el cultivo de frutales y hortalizas, estas últimas destinadas al autoconsumo exclusivamente, dado que la producción es muy baja. En cuanto a los frutales, la provincia de Catamarca se caracteriza por la producción de nogales y membrillos de gran calidad, por lo que estas producciones en los valles intermontanos de Las Juntas y El Rodeo se destinan a la comercialización.

Los cereales en cambio solo constituyen forraje para el ganado, dado que los suelos, el clima y la topografía no favorecen su producción en gran escala. Durante las visitas de campo realizadas al sector se pudo observar que, estos suelos que son principalmente de aptitud forestal, con la introducción de la ganadería se ha promovido un cambio substancial de uso del suelo que ha provocado más daños que beneficios, esto se observa en lo siguiente:

- cobertura vegetal es muy escasa
- procesos erosivos activados
- suelos poco desarrollados, el espesor del suelo orgánico es de aproximadamente 10 cm.
- es una zona muy susceptible a fenómenos de inestabilidad de laderas, con pendientes de más de 40°

Según estudios realizados por Nogués (2002), Santa Cruz et al (1994) y Saravia Toledo et al 1995 (en Nogués, 2002) en el departamento Ambato, la producción de bovinos para carne es importante tanto desde el enfoque económico, como de impacto sobre los recursos naturales renovables.

El sobrepastoreo derivado de esta actividad y el mal laboreo de terrenos agrícolas, son hechos que coadyuvan a los procesos de erosión hídrica y retrogradante a impactar fuertemente en la región alterando sus características prístinas.

Este departamento del centro – sur catamarqueño cuenta con 160 explotaciones agropecuarias (EAPs), según los datos aportados por el Censo Nacional Agropecuario 2002, de las cuales 127 EAP se dedican a la ganadería bovina tanto para autoconsumo como para comercialización. En la localidad de El Rodeo se crían además caprinos y porcinos para autoconsumo, mientras que en Las Juntas la cría de porcinos se destina también a la comercialización.

### **Resultados. Caracterización y evaluación del estatus de la degradación de las tierras en la subcuenca del río Las Juntas.**

La situación de inestabilidad sufrida por las laderas en el área de estudio es marcada. Si bien se trata de procesos naturales, el uso inadecuado del suelo vinculado a la actividad ganadera extensiva, y la existencia de patrones climáticos y geológicos particulares han coadyuvado, generado una alta susceptibilidad a los fenómenos de inestabilidad del terreno. Factores como la morfología de la ladera, las propiedades del material y su resistencia, las condiciones ambientales, entre otros, constituyen las principales causales de dicha susceptibilidad, que se manifiesta como deslizamientos superficiales y fenómenos de desprendimientos o caídas.

En el primero de los casos se trata de eventos cuya superficie de ruptura tiene en promedio escasos metros de profundidad; los segundos se observan en taludes escarpados donde una porción del suelo desciende por el aire en caída libre – trayectoria vertical -, entrando nuevamente en contacto con el terreno. En algunos sitios identificados, los deslizamientos han evolucionado a fenómenos más complejos y de mayor magnitud.

Morfológicamente los cerros del cordón serrano Ambato – Manchao son de mediana altura (1500 – 3000 m/s/n/m), con pendientes fuertes (40° - 50°), y preeminencia de suelos loésicos, cuya característica geotécnica más significativa es su colapsabilidad. Estos, bajo las condiciones antes descriptas son fuentes potenciales de generación de todo tipo de fenómenos de inestabilidad de laderas y degradación de suelos.

Las ET seleccionadas se localizan entre los 1454 - 1662 m/s/n/m; y cubriendo áreas de aproximadamente 1025 – 2941 m<sup>2</sup>, con pendientes de 40° a 50°. La mayoría de las laderas presentaban una cobertura vegetal del 50 % constituido en su mayoría por arbustos espinosos, árboles aislados y matas de pastos duros.

Dentro del área de estudio se identificaron los siguientes tipos de fenómenos: deslizamientos superficiales de tipo rotacional<sup>2</sup>, desprendimientos o caídas, microrelieves (caminos de vaca) y suelos sometidos a acelerados procesos de erosión y degradación (badlands) (Imagen 3).

**Imagen 3. Microrelieves evolucionados a procesos más complejos de erosión y degradación**



Las medias generales obtenidas de anchos de eventos de pie de vaca oscilaron entre los 0,49 cm y 0,73 cm; mientras que las medias de alturas de resaltos fluctuaron entre los 0,73 cm y 1,33 cm.

En la ET1 se observó en una distancia media de 4.30 mts, 3 aterrazamientos menores incluidos entre los eventos 1 y 2. Estos aterrazamientos interiores – que se repiten en otras ET - tienen un ancho medio de 0.40 cm. tratándose en su mayoría de microrelieves poco definidos y de menores magnitudes. A los 42.5 mts. se hallaron dos hundimientos del terreno, con nichos de arranque bien definidos (Imagen 4). El primer núcleo de

<sup>2</sup> La superficie principal de falla tiene forma cóncava (forma de cuchara), generalmente este tipo de movimientos ocurren en suelos arcillosos blandos.

erosión – el más pequeño - tiene un perímetro de 26 mts, un largo de 6 mts y una profundidad media de 1.90 mts. El segundo núcleo tiene 43.20 mts de perímetro, 13.55 mts de largo y una profundidad media de 2.32 mts. En la zona que sobreyace al pie o pedestal del movimiento – superficie de separación – se localizan algunos arbustos bajos lo que indica que puede tratarse este de un movimiento apagado.

Dado que las mediciones fueron efectuadas durante los meses de Abril – Mayo (pluviométricamente, período seco en el área de estudio), se espera que, producto del inicio del período estival lluvioso, la ladera – y fundamentalmente los dos núcleos de erosión - se activen provocando pérdida de masa térrica en la cabecera y superficie de ruptura de los mismo.

**Imagen 4. En la foto se señalan los dos núcleos de erosión que rompen la continuidad de los microrelieves**

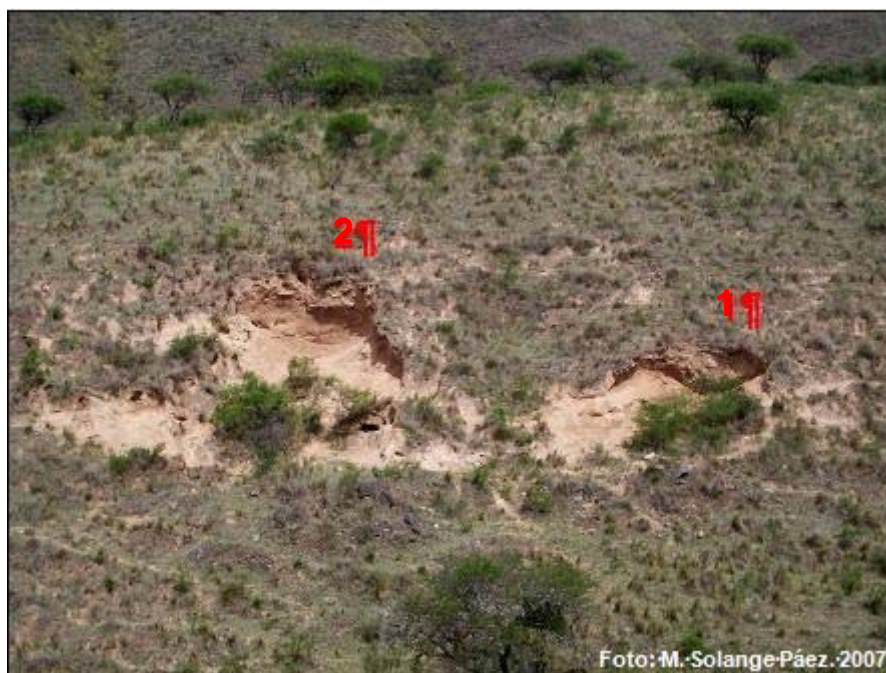


Foto: M. Solange Páez, 2007

En la ET3, pendiente arriba, sobre la margen izquierda de la ladera, esta se interrumpe por la presencia de un deslizamiento de grandes magnitudes (Imagen 5), en el que se evidencia un desplazamiento de la masa térrica hacia el fondo de una quebrada. La presencia de este evento coincide con la existencia de resaltos mejor definidos, más elevados y homogéneos en sus alturas, con respecto a la margen opuesta.

Partiendo de estas consideraciones, se entiende que la pérdida de masa terrosa y la remoción del terreno, se situarían sobre el borde del barranco y en las paredes del mismo, hecho que podría verse acelerado por la inexistencia de vegetación de mediano y gran porte que actúe como elemento de retención del material.

**Imagen 5. Con línea roja se señala la cabecera del desplazamiento y la flecha azul indica el sitio de la medición**



En muchos casos el acceso a los sitios relevados se dificultó por la presencia de taludes escarpados de grandes dimensiones que oscilaban entre escasos 2 – 15 mts de altura, situados algunos de ellos a escasos metros de la Ruta Provincial N° 4. Así las caídas o desprendimientos se encuentran asociados a procesos de degradación de estos taludes escarpados. Los mismos se presentan como depósitos en la base de los escarpes, que colapsaron debido a la pérdida de soporte del terreno por socavamiento en los niveles medios e inferiores (Imagen 6).



**Imagen 6. Talud con pérdida de material en la parte superior**

Otro fenómeno observable en varias de las laderas relevadas fue la existencia de peldaños claramente definidos y de mayores proporciones en el pie de la ladera que han comenzado a evolucionar a fenómenos más complejos de degradación, en los que la ausencia de cobertura herbácea deja al descubierto el suelo que se torna mas susceptible a la acción de los factores erosivos; mientras que a medida que se asciende por la vertiente los escalones se desvanecen y pierden continuidad.

Esta disminución de la cobertura vegetal por el sobrepastoreo y la remoción del suelo por el pisoteo, provoca una mayor exposición del mismo a los agentes erosivos, por lo que la erosión hídrica aumenta en aquellos lugares de fuerte pendiente, de suelo desnudo o casi desnudo. Por otra parte en el proceso de compactación superficial, el suelo aumenta su densidad, disminuyendo su porosidad y la infiltración de las aguas de escorrentías, reduciendo así el almacenamiento en el interior del suelo y provocando que la humedad retenida sea menor. De ésta manera, solo del 20 al 30 % del agua precipitada en el primer pico de crecida es absorbida por el suelo, el resto fluye incrementando la escorrentía superficial, arrastrando las partículas más pequeñas y finas del suelo junto a la materia orgánica del mismo.

Al producirse la degradación, el área susceptible de ser pastoreada disminuye, se reduce con ello la productividad de los campos y – en el mediano y largo plazo - su valor económico (rentabilidad).

### **Conclusiones**

La erosión del suelo es un fenómeno natural en el que, las partículas que lo conforman, se desprenden por factores diversos y se depositan en otro lugar. Esta pérdida del volumen de suelo en zonas montañosas, como las sierras y valles de altura del cordón Ambato – Manchao, se origina por una combinación de factores naturales entre los que caben mencionarse la altura y gradiente de las laderas, el clima, el tipo de cubierta vegetal; y factores intrínsecos del suelo como la litología, estructura, textura, contenido de materia orgánica, profundidad, entre otros. Todos ellos se conjugan y condicionan el tipo y la magnitud de los procesos geomorfológicos desarrollados; no obstante ciertas actividades antrópicas aceleran estos procesos de la naturaleza.

A partir de las observaciones e investigaciones efectuadas en la subcuenca del río las Juntas en el faldeo oriental del cordón serrano Ambato – Manchao, se está en condiciones de afirmar que en los PRM allí encontrados, efectivamente la movilización de las masas terreas se efectúa por acción de la gravedad, pero que existen una serie de condicionantes geomecánicos cuya participación en estos procesos gravitacionales no es nada despreciable.

De acuerdo con estas consideraciones, se entiende que entre los principales factores condicionantes intervinientes son: el agua líquida proveniente de las precipitaciones torrenciales estivales que junto con la gravedad, colabora a reforzar, desencadenar y/o activar estos procesos. La existencia de una litología caracterizada por suelos loésicos, altamente colapsables e inestables ante cambios de humedad y de tensión, cuya rigidez al corte y resistencia decrece a medida que aumenta la capa hidratada.

La combinación de estos suelos loésicos y de un clima caracterizado por una estación seca prolongada, seguida de una estación con fuertes y abundantes precipitaciones (verano), contribuyen al desarrollo de deslizamientos superficiales pequeños (PRM), deslizamientos peliculares tipo pie de vaca (microrelieves) y procesos de caídas en taludes verticales sobre las laderas.

La mayor parte de las laderas presenta una cobertura vegetal del 50%. Manchones boscosos en los que proliferan las especies leñosas, se encuentran diseminados sobre las laderas de manera irregular. La cobertura herbácea y arbustiva la componen principalmente pastos duros, gramíneas y arbustos espinosos (xerófitos), y en las zonas más elevadas, los bosques de *Podocarpus parlatorei* están en proceso de colonización de las laderas. De esta manera, los agentes climáticos intervienen indirectamente sobre el relieve, dificultando o volviendo más compleja la interrelación de la atmósfera con la litosfera, y retardando los procesos degradativos. Sin embargo en los sitios en los que la vegetación se torna más rala y discontinua, y los suelos quedan expuestos a los agentes erosivos de la naturaleza, la degradación de los terrenos es acentuada, manifestándose este hecho en la existencia de núcleos de erosión – algunos de significativas dimensiones - con procesos de remoción en masa.

Los deslizamientos de tierra son procesos naturales que se hallan estrechamente vinculados a procesos sociales de gestión y manejo de los recursos y del territorio. La situación de degradación del suelo en la que se encuentra el área comprendida entre la localidad de El Rodeo y el río El Tala, es marcada. Procesos naturales de evolución de vertientes, sumados a un uso inadecuado del suelo han generado una alta susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad que se manifiestan como deslizamientos de terreno y microformas tipo caminos de vaca. Dicha susceptibilidad se hace evidente en algunos sitios identificados, donde las microformas han evolucionado a fenómenos más complejos y de mayor magnitud.

En dichos casos se observan núcleos erosivos en los cuerpos de las laderas, con pérdida de material, y el crecimiento de barrancos y cárcavas entorno a caminos (Ruta Provincial Nº 4) y arroyos. Estas manifestaciones son mayores hacia el Norte del río El Tala, donde se manifiesta un cambio brusco en el uso del suelo, pasando de una zona residencial a una zona de ganadería extensiva en campos abiertos. Ese cambio en la actividad económica se evidencia además en las características de la vegetación; en el primer caso la flora es más frondosa, tipo boscosa; en el segundo caso la vegetación arbórea es notoriamente más rala y con menor número de ejemplares.

En laderas altamente degradadas y/o erosionadas, que forman barrancas cuyas paredes se alzan verticalmente (90°) unos metros por encima del camino o varios metros por debajo del mismo, y que han comenzado a erosionarse en su base, es muy probable que la evolución de este fenómeno culmine con el colapso de una buena parte de la

estructura (fenómeno de RM). Dado que, cuando la pared es tan empinada, a medida que el material de la base se elimine (se socava) el que esta por encima se vuelve más inestable y reacciona. (Imagen 7)

**Imagen 7. Talud vertical con socavamiento en su parte media y baja**



La inestabilidad de las laderas se evidencia además en la presencia de árboles inclinados en el sentido de la pendiente, y en muchos casos árboles con sus raíces expuestas. Este fenómeno es particularmente observable en los taludes verticales que se alzan al costado de la carretera (Imagen 8).

**Imagen 8. Árbol con la mayor parte de sus raíces expuestas situado a pocos metros de la Ruta Nº 4**



Con base en las clasificaciones precedentes se puede indicar que dentro del área estudiada, el tipo de movimiento que predomina son los deslizamientos de tipo traslacional, superficiales, semi profundos y profundos originados a partir de la evolución de microrelieves tipo “pie de vaca” que en su estadio más avanzado colapsan provocando este tipo de RM. Esto teniendo en cuenta la clasificación basada en el mecanismo de movilización y en la profundidad de la superficie de ruptura.

Ahora bien, al no existir datos o informes sobre deslizamientos ocurridos en el pasado, no es posible establecer con total precisión, y en base a los datos aportados por esta investigación, cuál es la tipología de los movimientos según la velocidad de propagación. Los movimientos hallados en el interior de la subcuenca del río Las Juntas, corresponden en su mayoría a movimientos inactivos, y dentro de estos, a movimientos apagados que pueden reactivarse de un momento a otro y bajo ciertas condiciones – sobre todo climáticas; a movimientos estabilizados y a movimientos en suspenso. Esta determinación del grado de actividad en el que se encuentran los deslizamientos analizados, esta en función principalmente de la recolonización de la cubierta vegetal observada en la base del deslizamiento y en la zona de acumulación; y de la presencia de obras de protección (muros de piedra).

El área estudiada está localizada en un contexto donde la combinación de la geología regional, la topografía, el clima, las actividades económicas, etc., son los principales factores condicionantes de los procesos degradativos que ocurren en la zona, lo cual enfatiza la importancia del conocimiento y análisis de los mismos para el entendimiento de este tipo de procesos.

### **Recomendaciones**

La conservación del recurso suelo es condición indispensable para garantizar su permanencia y uso, y una estrategia fundamental en el desarrollo sostenible del territorio.

Las políticas de acción para el control de la degradación de tierras, deben diseñarse teniendo en cuenta a cada uno de los agentes sociales implicados en la problemática, y su grado de responsabilidad frente a la misma.

Entre los agentes involucrados se pueden mencionar: los Productores, Gobiernos Locales, Provinciales y Nacionales, Organismos técnicos, científicos y unidades académicas, público general, todos y cada uno de ellos requieren un tipo y una escala de

información diferente para poder actuar correctamente en la gestión y manejo de sus recursos naturales – en este caso del recurso suelo principalmente.

Se recomienda entonces:

- Implementar sistemas de monitoreo de la degradación, para controlar su evolución y tomar medidas al respecto.
- Ordenar y regular el uso del territorio circundante a la localidad de El Rodeo, con el fin de prevenir y mitigar impactos severos futuros sobre el recurso suelo.
- Para ello se deberán evaluar las potencialidades del suelo en cada área, su uso actual y futuros planes de desarrollo, y actuar acorde a los mismos.
- Formular y ejecutar planes intensivos de capacitación para aplicar enfoques conservacionistas en sus prácticas agropecuarias, a los agentes de extensión agrícola y miembros rurales. Se puede también extender esta capacitación a los centros educativos de los niveles inferiores y medio, a través de campañas educativas y de sensibilización sobre el impacto que se deriva del uso inadecuado de este recurso.
- Implementar un sistema de reforestación con especies adecuadas – autóctonas en la medida de lo posible – para la estabilización de laderas y áreas con tendencia a la erosión de suelos. La vegetación “desacelera” los procesos degradativos en cuanto que atrapa y fija las partículas, permitiendo además la infiltración del agua reduciendo a la vez la erosión hídrica. Sistemas de barreras de vegetación y siembra de pastos.
- Adoptar a nivel provincial y local medidas de fomento financiero, crediticio y tecnológico induciendo a los productores a aplicar técnicas conservacionistas.
- Dictar ordenanzas que prohíban el desmonte de los bosques naturales, dado que se trata de un área de gran biodiversidad.
- Proteger a su vez los bosques relictuales de *Podocarpus Parlatorei* o Pino del Cerro como especie clave en la dinámica de los ecosistemas debido a su persistencia, dominancia y cobertura.
- Regular, por medio de legislaciones, el pastoreo de los rodeos, estableciendo épocas, lugares y cantidad de animales permitidos para libre pastaje.
- Investigación, divulgación científica, técnica y educación profesional, fortaleciendo la capacidad de formación e investigación a nivel provincial y nacional en esta temática.

**Bibliografía citada**

ALCANTARA AYALA, Irasema. (2000). Landslide: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de geografía, UNAM. Número 41.

BELTRAMONE, C. A. (2005). Dinámica de las vertientes en la ladera occidental de la Sierra Chica de Córdoba. Rev. Asoc. Geol. Argentina, vol.60, no.1, p.009-015. ISSN 0004-4822.

CABRERA, A. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. Buenos Aires. ACME

CAMINOS, Roberto. (1972). Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba. Argentina.

Censo Nacional Agropecuario 2002 .Provincia de Catamarca Resultados Provisionales Anexo - Volumen I.- Según departamento. Dirección de Producción Estadística. Departamento Estadísticas Económicas. Diciembre de 2003.Gobierno de la Provincia. Ministerio de Coordinación. Subsecretaría de planificación. Dirección Provincial de Estadística y Censos.

COSTELLO, J. y MOSHE, I (2002). Características morfológicas de terrazas abandonadas en Catamarca, Argentina. Revista Conservación y Abandono de Andenes. Universidad Nacional Agraria La Molina y Universidad de Haifa.

COSTELLO, J. (2004). Los procesos erosivos en la cuenca alta del río de Las Juntas y el uso de Podocarpus Parlatorei y andenes preincaicos en el control de la remoción en masa de pendientes con fuerte drenaje. Revista Aportes Científicos desde Humanidades. Facultad de Humanidades. UNCa.

COSTELLO, Julio y LEIVA, Aldo. (2005). Comportamiento de variables microclimáticas, temperatura y humedad en bosque de Podocarpus Parlatorei – Las Juntas, Dpto. Ambato – Catamarca- Argentina. Revista Aportes Científicos desde Humanidades. Facultad de Humanidades. UNCa.

DE PEDRAZA GILSAZ, J. (1996). Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones. Editorial Rueda. Madrid.

GARCÍA GIMÉNEZ, R y GONZÁLEZ MARTÍN, J. A. (2006). Los loess del Valle Medio del río Tajo (Villarrubia de Santiago-Yepes, España). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.), 101 (1-4), 2006, 51-78. ISSN 0583-7510.

GONZÁLEZ BONORINO, Félix. (1978). Descripción Geológica de la Hoja 14f. San Fernando del Valle de Catamarca (Provincias de Catamarca y Tucumán). Carta Geológico-Económica de la República Argentina. Escala 1: 200.000. En Boletín N° 160. Ministerio de Economía. Secretaría de Estado y Minería. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.

LUGO-HUBP, J; ZAMORANO-OROZCO, J, J; CAPRA, L; IMBAR, M y ALCANTARA-AYALA, I. (2005). Los procesos de remoción en masa en la Sierra Norte de Puebla, Octubre de 1999: Causas y efectos. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 22, número 2, p. 212 – 228.

MORLANS, M.C. (1995). Regiones Naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas. Revista de Ciencia y Técnica 2 (2): 1-42.

MURGUEITIO, Enrique. (2003). Impacto Ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali. Colombia.

NOGUES, E. M; GONZALES, M. E; SOTOMAYOR, P. A y LOPEZ, R. A. (2002). Observaciones sobre la producción y comercialización de ganado bovino para carne. Identificación de organizaciones familiares productivas, Subcuenca del Río los Puestos – Municipio de Los Varela, Departamento Ambato, Provincia de Catamarca. Comunidades Científicas. Sección: Ciencias de la Ingeniería, Agronomía y Tecnología. Secretaría de Ciencia y Tecnología. UNCa.

OGAS, R.. (1994). Estudio de Suelos. Informe Final. Etapa I. Estudios Básicos. Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la Subcuenca del Río Los Puestos. Convenio C.F.I. - Pcia. De Catamarca. Catamarca. 120 pp.



PAPETTI, L. y EREMCHUK, J. (2004). Evidencia de Neotectónica en el Borde Oriental de la Sierra de Ambato, Provincia de Catamarca. Revista Ciencia y Técnica N° 11. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. UNCa.

ROCCA, R.; REDOLFI, E y TERZARIOL, R. (2005). Características geotécnicas de los loess de Argentina. Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Volumen 6 (2). Argentina.

SALA SANJAUME, M y BATALLA VILLANUEVA, R. J. (1996). Teoría y Metodología en Geografía Física. Editorial Síntesis. Madrid.

SANZANO, G; CORBELLA, R; GARCIA, J; FADDA, G (2000). Degradación física y química de un Haplustol Típico bajo distintos sistemas de manejo de suelo. En: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v23n1/v23n1a11.pdf>. Aceptado: 20/08/05

SEGURA, L. A y SARACHO, M. A. (2003). Explotación sustentable del agua superficial en la cuenca baja del Río del Valle – Provincia de Catamarca. Producciones Científicas. Sección: Ciencias de la Tierra y Ambiente. Secretaría de Ciencia y Tecnología. UNCa.