PROCESOS DEPOSICIONALES Y EVOLUTIVOS DE LA BAJA CUENCA DEL RIO BERMEJO EN RELACION CON LA MINERALOGIA, EROSION Y DESARROLLO DE LOS SUELOS. SALTA - ARGENTINA

Ricardo Héctor Omarini*, Armando Rubén Nadir**, Jorge Juan Marcuzzi*** y Teodoro Chafatinos**

* Universidad Nacional de Salta - CONICET, Buenos Aires nº 177 - C. P. 4.400, Salta.
** Universidad Nacional de Salta - Dirección General Agropecuaria de Salta.
*** Universidad Nacional de Salta - Dirección General de Minería - Salta.

RESUMEN

La baja cuenca del río Bermejo es un ejemplo notable de una mega-estructura de descarga cuya evolución se inicia a partir de conos pedemontados y se completa con un extenso abanico fluvial. Se extrapola dicho esquema a las cuencas del Pilcomayo y Juramento, las que cubren en conjunto una extensión norte-sur de aproximadamente 500 kilómetros. El enfoque realizado permite definir subcuencas en base a la procedencia de los materiales y las diferencias pedogenéticas existentes.

Se analiza la cobertura pedológica en base a los materiales originales y a las diferencias de relieve; se establece la secuencialidad genética, la que se enmarca dentro del modelo de toposecuencias y se determina que las unidades pedológicas se encuentran en equilibrio con los factores del medio generador.

Se realiza también un estudio mineralógico de la fracción gruesa de los horizontes C que incluye: selección, distribución y comportamiento de los distintos minerales frente al transporte, interpretando su origen y el mecanismo hidráulico que intervino en la selección y depositación de los materiales.

Palabras clave: pedogénesis, geomorfología, mineralogía, Baja cuenca del río Bermejo.

DEPOSITIONAL AND EVOLUTIONARY PROCESSES OF THE LOWER BASIN OF THE BERMEJO RIVER IN RELATION TO MINERALOGY, EROSION AND SOIL DEVELOPMENT. SALTA - ARGENTINA

ABSTRACT

The lower basin of the Bermejo River is a remarkable example of a discharge megastructure whose evolution arises from piedemont cones and finishes off in an extensive alluvial fan. This scheme has been extrapolated to the Pilcomayo and Juramento basins which together cover a north-south spread of aproximately 500 kilometers. The approach used permits to define sub-basins on the basis of the origin of the materials and the pedogenetic differences.

The soil cover has been analyzed on the basis of the parent materials and the relief differences; the genetic sequence within the toposequence model has been established, and the pedological units determined are found to be in equilibrium with the generating enviroment factors.

A mineralogical study of the coarse fraction of the C horizons has also been performed, which includes the sorting, distribution and behaviour of the different minerals in regard to their transportation, interpreting their origin and hydraulic mechanism which has acted in the sorting and deposition of such materials.

Key words: pedogenesis, geomorphology, mineralogy, lower basin of the Bermejó River.

INTRODUCCION

La presente contribución tiene por objeto establecer un modelo evolutivo de la baja cuenca del río Bermejo desde el cordón orográfico que los separa por el oeste de la alta cuenca el límite interprovincial Salta-Formosa. Para ello se ha utilizado la información publicada e inédita elaborada principalmente por la Dirección General Agropecuaria de la provincia de Salta y los Proyectos patrocinados por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta.

Por otra parte, se hace notar que se utilizan en la interpretación determinados parámetros como naturaleza de las áreas de aporte y mecanismos de sedimentación y transporte, que a juicio de los autores han jugado un papel muy importante en la diferencia de las cuencas y en la evolución de los suelos.

Asimismo, se ha incorporado en la parte gráfica un mapa de suelos del área estudiada sobre el cual se han realizado distintos gráficos simplificados que facilitan la interpretación.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El área de estudio tiene como límites: al oeste, un cordón orográfico meridiano que se extiende desde la sierra de Santa Bárbara al sur de la sierra de Aguaragüe al norte; al este, el límite interprovincial Salta-Formosa y al norte, una línea natural que señala el contacto de la antigua planicie de inundación del río Bermejo con el área pedemontana de las serranías de Aguaragüe. El límite sur está determinado por una línea natural que representa el área de escurrimiento más austral de os ríos Dorado-Valle.

El clima es tropical con estación seca en el este y húmedo al oeste de la cuenca. Las precipitaciones oscilan entre 500 mm y 1000 mm, la temperatura entre 27° C y 30° C en verano y 16° C en invierno, destacándose la gran diferencia térmica estacional.

De acuerdo a sus características geológicas, forma parte de dos provincias que son las sierras Subandinas clásicas, en el sentido de Bonarelli (1913-1921) y Mingramm *et al* (1979) y la Llanura Chaco Pampeana (Russo *et al*, 1979).

Metodología

El análisis del esquema evolutivo deposicional de la comarca contempló distintas etapas: 1) Confección de un mapa geológico base y uno de suelos, mediante la compilación de toda la información disponible. 2) Análisis de los elementos geomorfológicos mediante fotogramas e imágenes satelitarias. 3) Análisis de los elementos tectónicos visibles que controlaron el desarrollo de las distintas cuencas y subcuencas.

Con respecto al análisis mineralógico de la fracción psamítica (170 μm) de los horizontes C se siguió el método empleado por Nadir *et al* (1982).

RESULTADOS Y DISCUSION

Morfogénesis y ambiente de sedimentación

La característica más sobresaliente del área estudiada lo constituye un paisaje monótono con aspecto de una superficie inclinada hacia el este, suavemente cóncava. Este sector ha sido identificado como Chaco Pedemontano por Popolizio (1979), el que se integra a la unidad taxonómica Llanura Chaqueña, la que se extiende hasta el río Paraná.

El modelo geomorfológico tenía inicialmente una configuración de un cono pedemontano adosado a un frente montañoso. Una situación similar se dio para el Juramento y Pilcomayo. Representaban por lo tanto, áreas triangulares cuyas bases se encontraban alineadas y paralelas al pie de la escarpa y sus vértices orientados hacia la desembocadura del canal de descarga (Fig. 2 A). Su evolución y geometría estuvo fuertemente controlada por la tectónica, el clima y la litología del área de aporte, siendo este último factor el que más incidió sobre su forma y tamaño. Al extenderse sobre la planicie circundante originaron una fusión de sus frentes, delimitando sectores triangulares invertidos ubicados entre ellos. Ejemplos similares han sido descriptos por Harrington (1946) y Polanski (1966).

El sistema de transporte es la remoción en masa y coladas de fango que forman depósitos muy mal seleccionados. A pesar de su heterogeneidad, se generan cambios en el tamaño y selección del material a lo largo del cono, lo que determina la aparición de facies y subfacies típicas. Sus rasgos formativos no se apartan

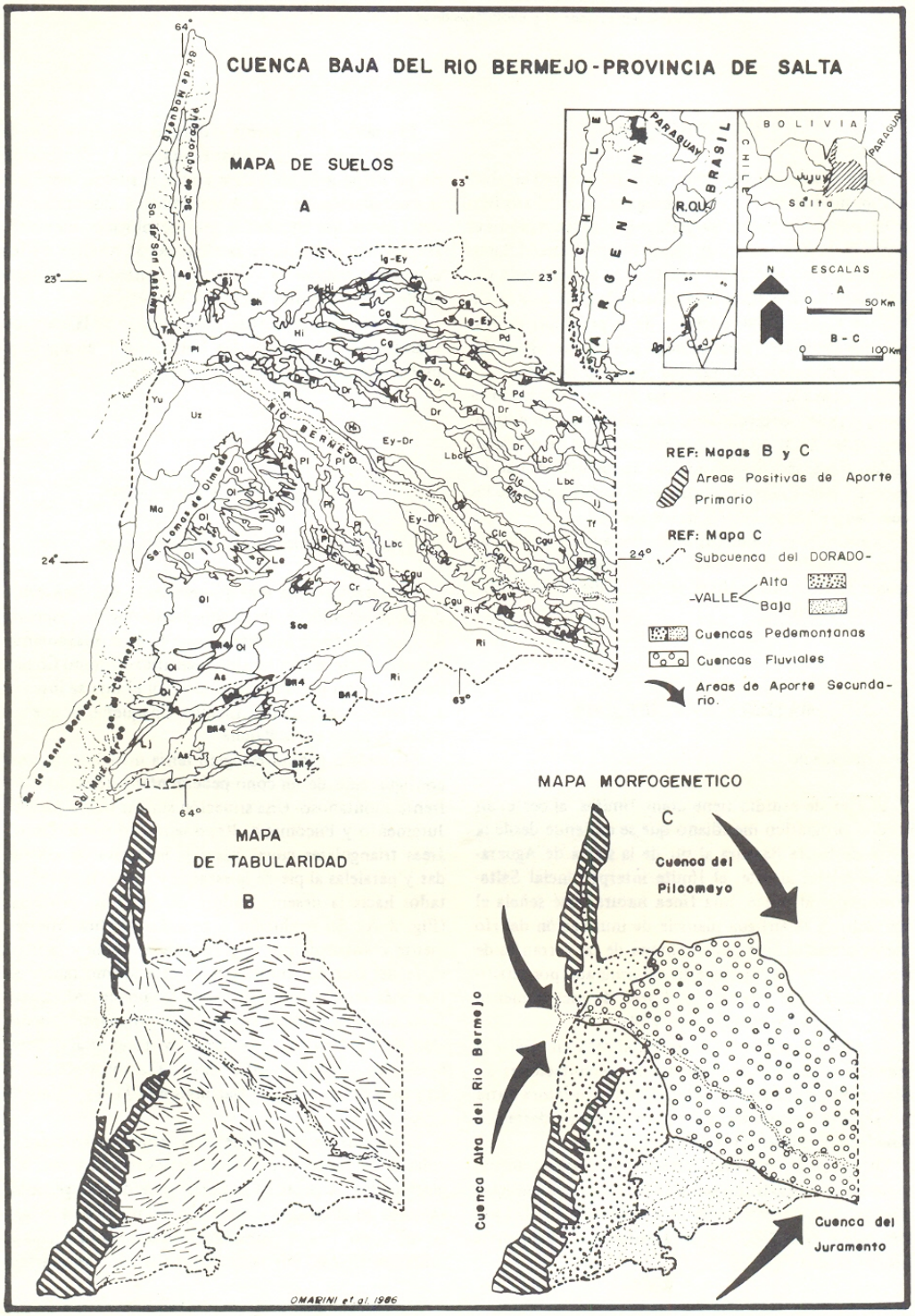

Fig. 1: Mapas de suelos, tabularidad y morfogenético.

Referencias Fig. 1 A. Ag: Aguay (Luvisol álbico); Av: Alto verde (Xerosol lúvico); As: Apolinario Saravia (Phaeozem calcáreo); Bñ2: Bañados 2 (Vertisol crómico); Clc: Campo Las Carretas (Regosol calcáreo); Cg: Campo Argentino (Xerosol lúvico); Cgu: Campo General Güemes (Xerosol lúvico); Clc-Cgu: Campo Las Carretas-Campo General Güemes (Regosol calcáreo-Xerosol lúvico); Cgu-Ri: Campo General Güemes-Rivadavia (Xerosol lúvico-Solonchak órtico); Cr: Campo Redondo (Cambisol crómico); Dr: Dragones (Gleysol éutrico); Dr-Hi: Dragones-Hickman (Gleysol éutrico-Xerosol lúvico); Ey-Dr: El Yacón-Dragones (Vertisol crómico-Gleysol éutrico); Eb: Embarcación (Fluvisol calcáreo); Hi: Hickman (Xerosol lúvico); Ij: Ingeniero Juarez (Fluvisol éutrico); Ig-Ey: Iguana-El Yacón (Solonchak órtico-Vertisol crómico); Lbc: La Bebida (Phaeozem lúvico); Le: La Estrella (Vertisol crómico); Lj: Las Lajitas (Luvisol cálcico); Ma: Matorras (Regosol éutrico); Ol: Olmedo (Xerosol lúvico); Pd: Pluma de Pato (Fluvisol éutrico); Pl: Padre Lozano (Cambisol crómico); Pd-Hi: Pluma de Pato-Hickman (Cambisol crómico-Xerosol lúvico); Ri: Rivadavia (Solonchak órtico); Sce: Santa Cecilia (Cambisol cálcico); Sh: Senda Hachada (Phaeozem calcáreo); Sj: San José (Regosol éutrico); Tf: Teniente Fraga (Solonchak órtico); Tm: Tomasito (Fluvisol calcáreo); Uz: Urizar (Cambisol crómico); Yu: Yuchan (Regosol éutrico). Nadir *et al*, 1976; Nadir y Chafatinos, 1980; OEA, 1975.

Los parámetros físico-químicos de los suelos pueden ser solicitados a los autores del trabajo.

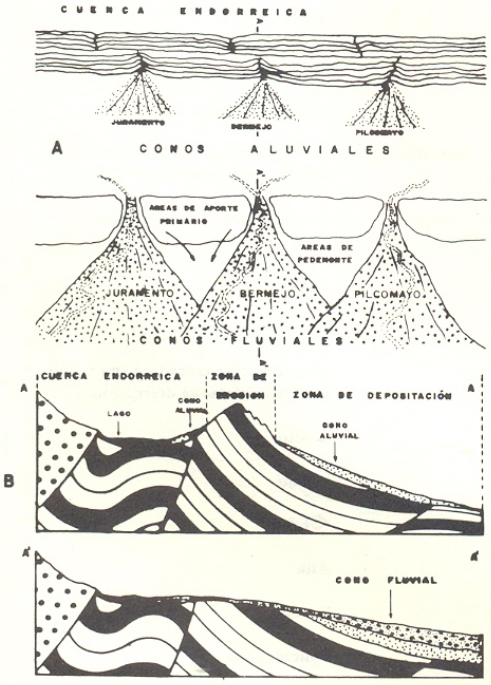

Fig. 2: Diagrama evolutivo, idealizado de los conos aluviales y fluviales de los ríos Juramento, Bermejo y Pilcomayo.

de los modelos propuestos por Mc Gowen y Croat (1971); Steel *et al* (1977); Bull (1977); Heward (1978); Walker (1979) y Reineck y Singh (1980).

Cuando la erosión elimina el contrafuerte montañoso (Fig. 2 B) se originan capturas de ríos o lagos de cuencas endorreicas. El aumento de caudal por expansión de la cuenca hídrica genera una migración de materiales bajo un régimen hidráulico distinto. De esta manera, sobre los primitivos conos aluviales se depositan materiales exóticos, distintos de los inicialmente provistos por la erosión del contrafuerte montañoso. Se generan así depósitos cuyas características sedimentarias identifican a un medio fluvial.

La baja cuenca del río Bermejo (sector salteño) presenta dos zonas bien diferenciadas que guardan una estrecha relación con los sectores triangulares indicados anteriormente.

Su diferenciación se estableció a partir del análisis de tabularidad (Fig. 1 B) realizada sobre los suelos de la Fig. 1 A, usando la relación largo/ancho.

El mapa morfogenético se elaboró sobre el mapa de tabularidad, pudiéndose diferenciar dos sectores que presentan diferencias morfológicas, sedimentológicas y pedológicas notables (Tabla 1).

En base a este detalle y a la variación de las áreas de aporte se ha dividido al sector en:

- Cuencas Pedemontadas con aportes primarios (*)
- Cuencas Fluviales con aportes secundarios

Desarrollo Pedogenético

Analizando la distribución actual de las áreas aluviales y fluviales, se destaca que existe una dinámica evolutiva distinta de la cobertura pedológica, la que está ligada a las diferencias en los materiales parentales y a los mecanismos de selección hidráulica que actúan en uno u otro sector.

En la cuenca pedemontana (Subcuenca de los ríos

(*) El término cuenca se lo emplea con sentido fisiográfico. Indica sectores de un área determinada en donde contrastan la topografía, los procesos sedimentarios, los materiales originales y pedogenéticamente se comportan de manera distinta bajo un mismo régimen climático.

El término subcuenca es empleado para definir las áreas pedemontanas actuales. Ej: Subcuenca del río Dorado y Valle (Fig.1).

TABLA 1: Comparación de parámetros fisiográficos, sedimentarios y pedogenéticos de las cuencas pedemontanas y fluviales.

Parámetros	Areas Pedemontanas	Areas Fluviales
Zona climática	Tropical Húmeda	Tropical seca
Promedio anual temperatura	18º C	20º C
Promedio anual precipitación	1000 mm	600 mm
Circulación de agua	Intermitente	Permanente
Relieve topográfico	Alto	Bajo
Pendiente	1 a 10%	0,1 a 1%
Medio de transporte	Remoción en masa	Corriente de agua
Geometría del área de depósito	Abanicos coalescentes apoyados en zonas montañosas	Abanicos con red de drenaje definida. Máxima superficie de inundación.
Litología	Conglomerados, arenas y fangos arcillosos.	Arenas, gravas y limos arcillosos.
Selección	Mala	Buena
Procedencia	Primaria	Secundaria
Estructuras sedimentarias	Masiva	Estratificación cruzada. Laminación paralela. Grietas de desecación.
Suelos juveniles	% Bajo	% Alto
Suelos maduros	% Alto	% Bajo
Profundidad de Pedogénesis	$>1,5$ m	$<1,5$ m
Salinidad	Baja	Alta
Textura	Fina	Gruesa
Color	Litocrómicos	Policrómicos
Estructura Pedogenética	Desarrollada	Incipiente.

Dorado-Valle) se observa un típico ordenamiento pedológico que sigue el modelo de toposecuencias.

En la Fig. 3 se establece la distribución de los distintos suelos según el perfil B-B cuya organización simplificada está indicada por la unidad dominante. Los suelos denotan una variación textural, estructural, pedológica y mineralógica desde la parte alta a la baja del sector pedemontano, ubicándose los de mayor desarrollo próximo a los contrafuertes montañosos. La estabilidad de la superficie geomórfica en este sector posibilita una intensa alteración con la generación de perfiles potentes.

Los limos y las arcillas son redistribuidos durante la pedogénesis, con una tendencia de acumulación de las fracciones menores de 2 μm en los horizontes profundos. Se opera también una migración de solubles hacia el horizonte C, el que se enriquece principalmente en carbonatos. La presencia de un sustrato

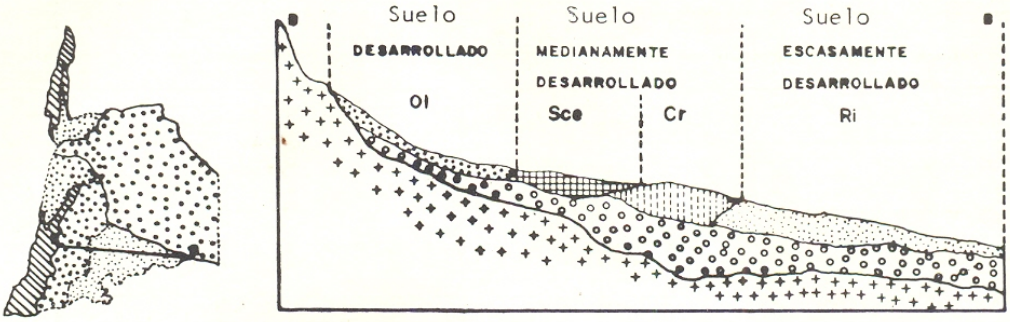

Fig. 3: Toposecuencias de la Subcuenca del Dorado-Valle. +++ Roca madre ooo Cono aluvial. Suelos: 01. Olmedo (Xerosol lúvico); Sce. Santa Cecilia (Cambisol cálcico); Cr. Campo Redondo (Cambisol crómico); Ri. Rivadavia (Solonchack órtico).

muy permeable aumenta la capacidad de migración de solubles y controla la estabilidad del perdimento. No existen por lo tanto superficies de despegue o resbalamiento.

En la cuenca fluvial el desarrollo de los suelos ha estado controlado por la selección y depositación de materiales transportados bajo un régimen hidráulico permanente, ligado al movimiento pivotante de barrido dextro-levógiro del río Bermejo. En este sector, la distribución de las unidades cartográficas es latero-diagonal, siguiendo el desplazamiento del río; por lo tanto las toposecuencias se adaptan a un diseño paralelo a éste. Predominan en un 70% del área suelos juveniles del tipo A-C y A-AC-C y los desarrollados del tipo A-B2-B3-C. Estos últimos se generan en planicies estabilizadas y representan sectores sobrelevados, relícticos y de distribución irregular en el modelo geomórfico fluvial.

Las variaciones sedimentológicas y los mecanismos deposicionales que han actuado en uno u otro sector refuerzan las diferencias pedogenéticas encontradas a tal punto que puedan ser extrapoladas a las cuencas y subcuencas de los ríos Pilcomayo y Juramento.

Mineralogía

En la tabla 2 se detallan los valores porcentuales de los minerales identificados en los horizontes C de los suelos estudiados. En su gran mayoría presentan una asociación constante de especies, afectadas sólo por variaciones cuantitativas. Principalmente están constituídas por cuarzo y en cantidades subordinadas por componentes metaestables primarios, representados por feldespato potásico (microlino-ortoclasa), plagioclasas, vidrio volcánico y escasa proporción de fragmentos líticos.

El cuarzo es el mineral más abundante de la fracción liviana, con valores superiores al 50% . Se han identificado distintos tipos tomando como base los rasgos externos e internos, a los fines de evaluar y relacionar las características entre los materiales originales. La mayoría de los granos exhiben corrosión de sus bordes y engolfamiento producidos por disolución, lo que generalmente se origina en un medio alcalino (pH = 9) y bajo un clima semiárido o subtropical (Kraukoff, 1959; Morey *et al*, 1962; May, 1980). Un signo evidente de la acción erosiva del medio lo representan también la presencia de óxidos de hierro y manganeso dispuestos en las fracturas de los granos o en la superficie como pátinas.

Los suelos con una pronunciada pedogénesis presentan valores extremos de granos teñidos (Olmedo 53%) y los que exhiben un desarrollo moderado sus valores oscilan entre el 20 al 30%(Campo Argentino, Campo Redondo, Hickman, etc.). Los de incipiente evolución no superan el 10% , como El Yacón, Teniente Fraga, etc., aunque debe considerarse que valores superiores al indicado pueden ser interpretados como elementos retransportados y perteneciente a un ciclo anterior de pedogénesis.

El feldespato potásico no supera el 1,5% , encontrándose los contenidos mayores en los suelos juveniles y de moderado desarrollo. Las plagioclasas varían entre 0,17 y 2,56%predominando las de composición albítica y oligoclásica y con idéntica composición se presentan las de origen volcánico. El vidrio volcánico es de carácter ácido con un índice nd. 1,499, semejan-

TABLA. 2. Análisis mineralógico cuantitativo de la fracción psamítica (170µ) de los horizontes C de los suelos dominantes de la baja cuenca del río Bermejo (Sector Salteño).

SERIE	Horiz.	Prof.cm	Leuc.	Qz Total	Qz Limp.	Qz c/oxi.	Qz c/incl.	Musc.	Feld.	Plag.	Biot.	Seric.	Opac.	Vidrio Volc.	Concr.	Zirc.	Hornb.	Ftan.	Líticos	Fítol.	Turm.	Plag. Volc.	Clor.
OLMEDO	C	78-90	81.84	64.78	9.02	53.63	2.13	4.39	0.63	0.38	0.38	0.50	17.17	0.38	10.55	0.75	0.13	-	-	-	-	-	-
CAMPO GRAL.GUEMES	C	64-110	88.04	69.52	51.00	14.96	3.56	2.52	0.15	1.78	5.48	6.37	3.70	0.74	6.07	0.15	-	0.30	2.67	0.15	-	-	-
URIZAR	C	50-100	97.93	71.64	50.73	16.05	4.86	11.85	0.60	1.53	0.20	4.66	1.66	0.40	6.32	0.93	-	-	-	0.20	-	-	-
LAS LAJITAS	C	86-130	96.67	70.47	52.06	11.90	6.51	18.73	0.32	1.11	0.48	4.29	1.59	0.48	1.11	-	-	-	0.16	-	0.16	0.16	0.16
CAMPO REDONDO	C1	50-60	94.40	78.53	54.02	21.47	3.04	7.33	1.25	1.07	0.36	3.22	2.15	1.07	0.32	0.18	-	1.43	-	0.18	-	-	-
CAMPICHUELO	C	154-179	94.88	76.13	56.56	10.02	9.55	13.72	0.84	0.72	0.95	2.03	2.27	0.72	0.12	0.24	0.12	-	0.48	0.12	-	0.36	0.72
AGUAY	C	145-163	98.86	64.57	42.86	13.14	8.57	22.29	0.57	-	-	7.43	1.14	-	1.14	-	-	2.86	-	-	-	-	-
RIVADAVIA	C1	11-28	95.69	60.30	46.84	5.52	7.94	17.36	1.35	2.56	0.81	1.48	1.21	0.67	11.44	0.27	-	0.13	-	0.94	-	0.13	-
PIZARRO	B3C1	40-86	97.77	62.50	34.02	24.64	3.84	4.55	0.36	0.27	-	-	1.43	-	29.73	-	0.09	0.36	-	0.71	-	-	-
HICKMAN	C	50-100	96.94	60.48	31.35	23.95	5.18	24.36	0.33	2.22	1.48	7.24	1.37	0.08	1.73	0.25	0.08	-	-	-	-	0.25	0.08
CAMPO ARGENTINO	C	84-110	98.26	62.51	34.37	24.68	3.46	20.87	0.54	0.45	0.35	11.84	0.72	-	0.45	0.35	-	1.25	-	-	-	-	1.25
BAÑADO	C1	10-78	92-40	58.25	45.34	11.33	1.58	24.68	0.29	0.72	1.15	7.03	2.87	-	0.72	0.14	-	0.43	0.14	0.29	-	0.14	2.01
PADRE LOZANO	C1	60-112	93.10	42.86	14.29	25.95	2.62	3.10	-	-	-	24.76	1.43	-	22.38	2.38	-	-	0.24	0.95	-	-	1.90
SANTA CECILIA	C1	30-50	91.00	51.71	30.18	15.77	7.76	23.59	0.96	1.85	0.48	7.06	1.85	-	3.77	0.07	-	1.99	0.89	-	6.51	-	0.96
SAN JOSE	C	20-55	98.50	59.66	32.68	25.87	1.13	24.09	0.32	0.32	-	13.22	1.05	0.08	0.65	0.08	-	0.08	-	-	-	-	0.41
APOLINARIO SARAVIA	C1	25-47	91.80	44.60	29.54	13.11	1.95	21.79	0.80	1.45	0.80	17.09	2.75	1.95	0.72	0.29	-	2.32	-	-	0.43	0.36	4.63
IGUANA	C	50-120	97.60	59.04	33.89	19.44	6.07	23.62	0.43	0.79	0.22	10.91	0.94	0.22	0.94	0.14	0.07	1.37	-	-	-	0.14	0.43
MATORRAS	C	43-90	97.01	54.23	33.24	19.38	1.61	21.53	0.60	0.60	0.27	16.28	0.20	-	2.09	0.13	-	1.48	-	0.07	0.07	-	2.35
SENDA HACHADA	IIC	60-112	97.57	57.74	34.61	16.72	6.41	20.57	0.30	0.43	0.24	14.83	1.10	-	2.50	0.06	-	0.53	0.49	0.18	0.12	-	0.24
PLUMA DE PATO	C1	15-90	97.52	48.18	25.63	19.04	3.51	22.98	0.36	0.36	0.50	24.12	1.43	0.29	0.57	0.14	0.07	0.43	-	-	-	-	0.43
EL YACON	C1	7-35	97.48	54.15	37.84	4.56	11.75	24.82	0.26	0.17	0.35	13.07	1.32	-	3.60	0.09	-	1.23	-	-	-	0.09	0.79
Tte. FRAGA	G1	35-75	87.35	34.18	25.32	7.59	1.27	3.80	-	-	-	36.71	10.13	-	10.13	-	-	2.53	-	-	-	-	12.53

Horiz.:Horizonte; Prof.cm:Profundidad en centímetros; Leuc.:Leucocráticos; Qz.total: Cuarzo total; Qz.límp.: Cuarzo límpido; Qz.c/oxi:Cuarzo con óxidos; Qz.c/incl:Cuarzo con inclusiones; Musc.:Muscovita; Feld. :Feldespatos; Plag.:Plagioclasa ; Biot.:Biotita; Seric.:Sericita; Opac.:Opacos; Volc.: Volcánico; Concr.:Concreciones; Zirc.:Zircón; Hornb.:Hornblenda; Ftan. :Ftanita; Fitol. :Fitolítos; Turm:Turmalina; Plag.volc.:Plagioclasa volcánica; Clor. :Clorita.

te a los presentes en los suelos de la alta cuenca (Nadir *et al*, 1982).

Los minerales leucocráticos superan el 90%, destacándose la escasa proporción de pesados, siendo los opacos los más abundantes seguidos por el circón, la hornblenda y la turmalina. La sericita y el caolín pueden considerarse como indicadores del grado de alteración; en el caso de la sericita se han computado como tal los granos que presentan una abigarrada disposición de laminillas micáceass de alta birrefringencia dispuestos encima de cristales impidiendo la identificación del mineral primario. En cuanto al caolín se lo identifica como una alteración de color y apariencia terrosa en los feldespatos o como concreciones formadas por numerosas esferulitas cementadas por sílice; en este último caso puede ser utilizado como un indicador de la migración de sílice (Marcuzzi, 1980).

Distribución regional de los minerales

En la Fig. 4 se establece la distribución de las distintas especies minerales en el áreas de estudio, observándose en algunos casos anomalías que están ligadas a la diferenciación evolutiva de los distintos sectores, sean éstos aluvionales o fluviales, y en todos los casos al transporte y evolución de los suelos.

El cuarzo con impregnaciones de óxidos observa una distribución con valores mayores hacia la zona montañosa y hacia el norte y el sur, coincidiendo con áreas de mayor estabilidad pedológica. Por el contratio, el cuarzo total se comporta de manera inversa presentando su máxima concentración a lo largo del río Bermejo.

Los feldespatos (Feld. K + Plag.) tienen una variación similar al cuarzo con impregnaciones de óxidos pero en concentraciones menores aumentando principalmente hacia el sur. Las condiciones climáticas y los procesos pedológicos juegan un papel muy importante en su distribución, observándose una mayor concentración en la subcuenca del Dorado-Valle debido a la proximidad a las fuentes de aporte primario.

La estabilidad del vidrio volcánico estaría sujeta a idénticas condiciones, con la salvedad que se interpreta un doble origen: eólico en toda la región salvo pequeñas anomalías cerca de las serranías cuya derivación puede ser atribuída a la meteorización de bancos tobáceos (Nadir *et al*, 1982). Los valores porcentuales bajos obtenidos están relacionados a la inestabilidad propia del material bajo las condiciones climáticas imperantes en el área de estudio.

La muscovita presenta una distribución muy irregular. La mayor concentración se localiza en la parte media de la cuenca a lo largo de una franja con rumbo norte-sur, disminuyendo a partir de la misma hacia el este y oeste. Los minerales pesados indican con bastante exactitud los límites de las áreas fluviales y aluviales. A lo largo del río Bermejo se ubica la línea del 0,5% , a partir de la cual los valores crecen hacia el norte y el sur, ubicándose los máximos en la subcuenca del Dorado-Valle. La línea del 0,5% ubicada al sur de la cuenca es paralela a la traza del río Dorado pudiendo interpretarse que este río ha jugado un papel similar al Bermejo en la selección y distribución de los mismos.

CONCLUSIONES

El estudio realizado ha permitido establecer las siguientes conclusiones:

- La baja cuenca del río Bermejo representa una mega-estructura de descarga de evolución compleja. Se inicia como un cono aluvial sobre el cual se desarrollan suelos distribuidos según un modelo de toposecuencias. Posteriormente la erosión retrocede destruye en un sector, favorecido por condiciones tectónicas, al contrafuerte montañoso captando de esta manera una cuenca superior. Se amplía el área de aporte, varía el caudal y bajo un régimen hidráulico permanente se genera un cono fluvial superpuesto al aluvial. Esta situación determina una división del primitivo cono aluvial en dos sectores: uno fluvial y otro aluvial.

- En una etapa posterior a la captura se pueden diferenciar dos áreas: una pedemontana de aporte primario y otra fluvial de aporte secundario. En la primera, las unidades de suelos según el modelo original de toposecuencias y en la segunda el modelo es laterodiagonal siguiendo el desplazamiento del río.

- Los suelos desarrollados relícticos, en las áreas estabilizadas que se encuentran en el sector fluvial, corresponden a los generados en la primera etapa.

- El estudio mineralógico de la fracción psamítica de los horizontes C confirma que, al menos en el área

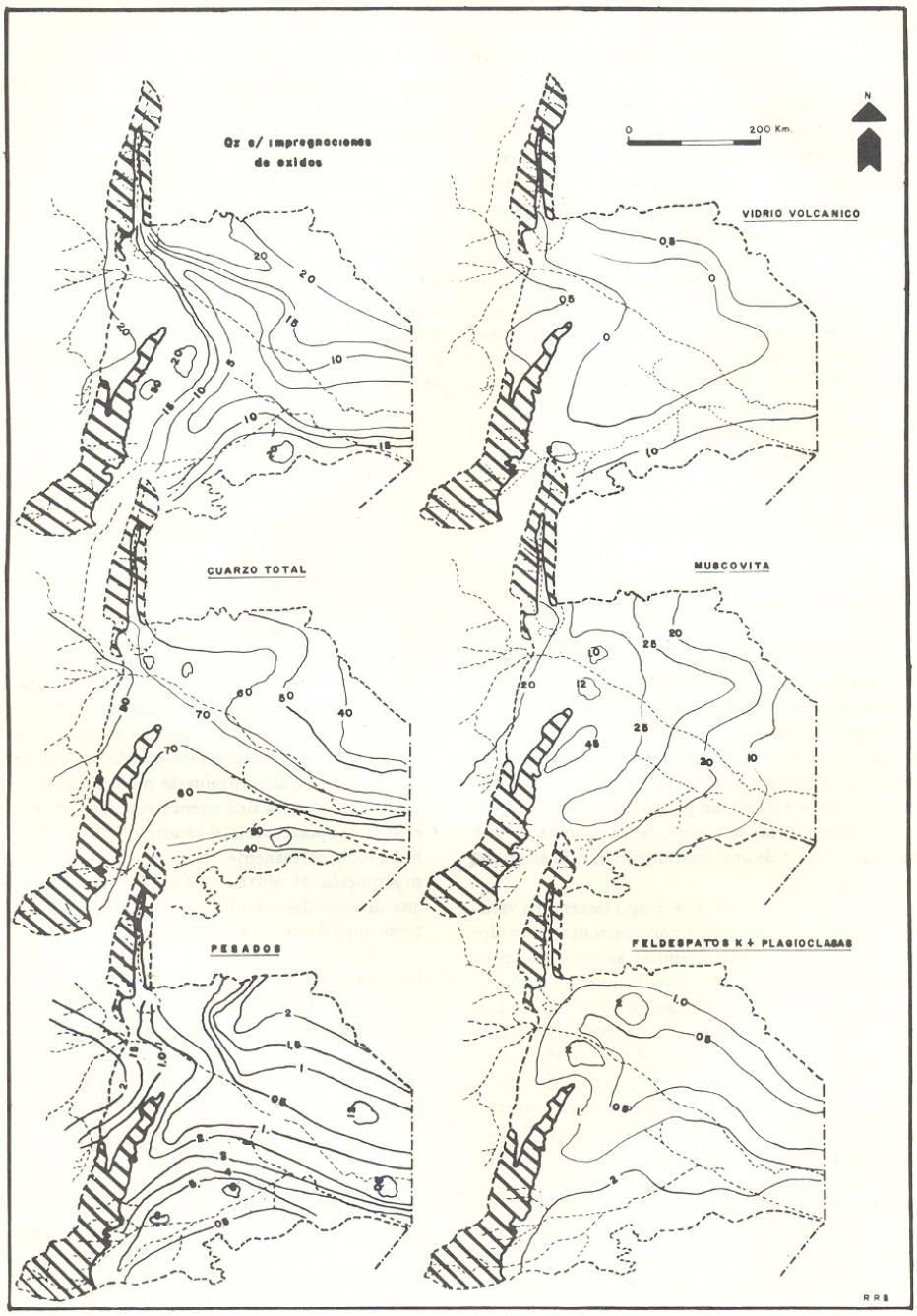

Fig. 4: Mapas de isoconcentración de minerales de los horizontes C de los suelos de baja cuenca del río Bermejo (sector Salteño).

de estudio, los suelos se han desarrollado a partir de materiales aluviales y fluviales, con aporte de material volcánico y redistribución eólica de material autóctono.

– El modelo propuesto y la metodología empleada pueden ser utilizadas asimismo, en el estudio de las cuencas de los ríos Juramento y Pilcomayo.

REFERENCIAS

Bonarelli, G., 1913. Las Sierras Subandinas del Alto Aguaragüe y los yacimientos petrolíferos del distrito minero de Tartagal, Dpto. de Orán, Pcia. de Salta. An. Min. Agr. Secc. Geol. Mineral. y Minería. 8(4) Buenos Aires.

Bonarelli, G., 1921. Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (provincias de Salta y Jujuy). A. Min. Agric. Secc. Geol. Mineral. y Min. 15(1). Buenos Aires.

Bull, W. B., 1977. The alluvial fan environment. Progr. Phys. Geogr. v. 1: 222-270.

Harrington, H., 1946. Las corrientes de barro (Mud-Flows) de El Volcán. Quebrada de Humahuaca. Jujuy. Rev. Asoc. Geol. Arg. 1: 146-165. Buenos Aires.

Heward, A. P., 1978. Alluvial fan sequence and megasequence models. Can. Soc. Pet. Geol. Min., 5: 699-702.

Krauskopf, K., 1956. Dissolution and precipitation of silica at low temperature. Geochim. and Cosmochim. Acta, 10: 1-26.

Marcuzzi, J. J., 1983. Los vertisoles de la localidad de Saucelito, provincia de Salta. Asoc. Geol. Arg. Rev. T. XXXVIII : 289-299. Buenos Aires.

May, R. W., 1980. The formation and significance of irregularly shaped quartz grains in till. Sedimentology 27:325-331.

Mc Gowen, J. H. y C. G. Groat, 1971. Van Horn sandstone west Texas: an alluvial fan model for mineral exploration. Report of investigations. 72 pp. 57. Bureau of Economic Geology Univ. of Texas. Austin.

Mingram, A., A. Russso, A. Pozzo y L. Cazau, 1979. Sierras Subandinas. Geol. Reg. Arg. T 1: 95-137. Córdoba.

Morey, G. W., R. G. Fournier y J. J. Rower, 1962. The solubility of quartz in water in the temperatures interval 25° to 300° C. Geochim and Cosmochim. Acta 26: 1029-1043.

Nadir, A., O. Ocaranza y T. Chafatinos, 1976. Los suelos de la cuenca del río Bermejo. Consideraciones sobre su distribución y génesis (Salta-Jujuy). 7ma. reunión A. A. C. S. sup. 33 pp 551-561.

Nadir, A. y T. Chafatinos, 1980. Geografía y génesis de los suelos en la cuenca del río Pilcomayo. Prov. de Salta. IDIA, Nº 393-94: 1-11.

Nadir, A., R. H. Omarini, T. Chafatinos y J.J. Marcuzzi, 1982. Estudio sedimentológico de los suelos de la alta cuenca del río Bermejo, Salta-Jujuy. Argentina. V Congr. Latinoam. Geol. T. III pp. 491-507. Buenos Aires.

O.E.A., 1975. Estudio de la cuenca inferior del río Bermejo y programación para su desarrollo. Tomo Recursos de la Tierra. Argentina.

Polanski, J., 1966. Flujos rápidos de escombros rocosos en zonas áridas y volcánicas. EUDEBA. 67 pág. Buenos Aires.

Popolizio, E., 1979. Génesis y evolución de las redes fluviales del Chaco Oriental. VII Congr. Geol. Arg. T. II pp. 69-76. Buenos Aires.

Reineck, H. E. y I. B. Singh, 1980. Depositional sedimentary environments. Springer Verlag. 549 pág.

Russo, A., R. Ferello y G. Chelbi, 1979. Llanura chaco pampeana. Geol. Reg. Arg. T. I pp. 139-185. Córdoba.

Steel, R. J., S. Maehle, H. Nielsen, S. L. Roe y A. Spinnagr, 1977. Coarsening upward cycles in the alluvium of Hornelen Basin (Devonian) Norway; Sedimentary reponse to tectonic events. Bull. Geol. Soc. Am. 88: 1124-1134.

Walker, R. G., (ed) 1979). Facies Models. Geoscience. pp. 211. Canadá.