

# CARACTERIZACION DE AREAS SEDIMENTARIAS DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE SANTA FE EN BASE A LA COMPOSICION MINERALOGICA DE LA FRACCION ARENA

H. J. M. Morrás (1) y M. Delaune (2)

1) INTA - CIRN, Departamento de Suelos - (1712) Castelar

2) ORSTOM, Bondy (Francia)

## RESUMEN

Se estudia la composición mineralógica de la fracción arena de 17 perfiles de suelo del norte de la provincia de Santa Fe, alineados a lo largo de tres transectas de sentido oeste-este.

En dirección hacia el este se observa un aumento progresivo de ciertos minerales tales como estauroлита, rutilo, turmalina, circón y cuarzo, y una disminución de hornblenda, vidrio volcánico y feldspatos. Por otra parte, en la mitad oeste de la provincia, yendo de norte a sur se observa un aumento de ciertos minerales tales como vidrio volcánico, hornblenda y apatita.

En base a las variaciones observadas en la composición de las fracciones liviana y pesada de esos suelos; se discute el origen de los materiales (Andes, sierras pampeanas, región noroeste y cuenca del Paraná) y se delimitan diversas áreas sedimentarias (occidental norte, central norte, oriental norte, occidental y central).

Palabras clave: áreas sedimentarias, Provincia de Santa Fe, mineralogía, fracción gruesa.

## CARACTERIZATION OF NORTH OF SANTA FE PROVINCE SEDIMENTARY AREAS BASED ON SAND FRACTION MINERALOGICAL COMPOSITION

### ABSTRACT

The mineralogical composition of sand fraction of 17 soil profiles from northern part of Santa Fe Province, located along three transects on a west-east direction, is studied and compared.

Moving eastward, we can observe a progressive increase of some minerals like staurolite, rutile, tourmaline, zircon and quartz together with a decrease in hornblende, volcanic glass and feldspars. On the other hand, in the west part of the Province, certain minerals such as volcanic glass, hornblende and apatite increase as we move towards the south.

By taking into account those and other observed variations in the composition of light and heavy fractions of these soils, the origin of parent material (v. g. Andes, central pampean hills, northwestern Argentina and the Parana basin) is discussed, and several sedimentary areas (northwestern, central north, eastern, western and central) are identified.

Key words: Sedimentary areas, Santa Fe province, mineralogy, sand fractions.

### INTRODUCCION

Diversos trabajos han señalado la existencia de diferentes sedimentos superficiales en el norte de la Provincia de Santa Fe. No obstante, se observan algunas divergencias entre los distintos autores en los límites y características de las áreas sedimentarias identificadas.

Así por ejemplo, en los mapas de un trabajo de difusión del Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero (I.E.I.F.A.G.) de la provincia de Santa Fe que data del año 1937, se indican la proveniencia y los agentes de transporte del material parental de los suelos de esta provincia (Fig. 1a.), sin embargo, dado que no constan precisiones, no conocemos las bases de trabajo y métodos utilizados para el establecimiento de las diferentes regiones sedimentarias que se indican en ese documento.

Por otra parte, Bertoldi de Pomar (1969), distinguió en el sector que aquí nos interesa del norte de Santa Fe, tres áreas sedimentarias: un área occidental constituida por materiales procedentes de las sierras pampeanas, un área al este de la anterior, con materiales procedentes del macizo brasileño, y un área en forma de cuña central entre las dos precedentes en la que se presentarían aportes norandinos (Fig. 1b.). No obstante y como lo señala la referida autora, la densidad de puntos de muestreo utilizados para la delimitación de áreas es escasa, y de numerosos perfiles se dispone solamente de datos cualitativos o semicuantitativos (Morrás y Delaune, 1981).

En fin, diversos trabajos de Morrás y colaboradores referidos a algunos suelos del norte de la provincia, permitieron distinguir materiales de diferentes características químicas, mineralógicas y sedimentológicas (Morrás, 1978; 1985; Morrás y Delaune, 1981; Morrás et al., 1981; 1982).

De acuerdo con estos resultados y en consonancia con los autores arriba mencionados, se diferenció un área occidental con aportes de las fuentes del oeste, y otra oriental con aportes de la cuenca del Paraná; entre ambas regiones, y a diferencia de los otros autores, se distinguió un área intermedia de mezcla de materiales.

Los tres esquemas citados son básicamente semejantes en cuanto a la distinción de dos tipos de materiales de diferente origen (uno integrado por aportes de los Andes y sierras pampeanas, y el otro proveniente del escudo brasileño), pero presentan diferencias en cuanto a la delimitación y características de las áreas sedimentarias en el norte del territorio provincial.

En consecuencia, y dada las diferencias señaladas,

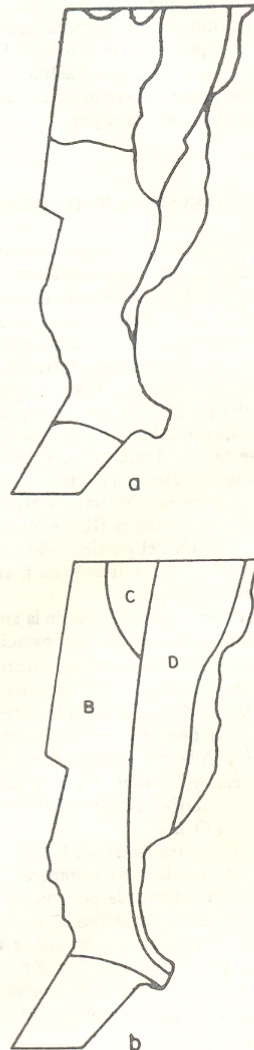


Figura 1:

- a) Áreas sedimentarias de Santa Fe según I.E.I.F.A.G. (1937);
- b) Áreas sedimentarias según Bertoldi de Pomar (1969);



el objetivo del presente trabajo constituyó en determinar con mayor precisión las características, el origen y la distribución de los sedimentos superficiales del norte de la provincia de Santa Fe. Para esto se utilizó información publicada e inédita de los autores sobre la composición mineralógica de la fracción arena de distintos suelos de esa región.

### MATERIAL Y METODOS

Se trabajó sobre tres transectas de perfiles de suelos orientadas en dirección oeste-este (Fig. 1-c y 2). La transecta I se halla localizada aproximadamente a la altura del paralelo 28°40' e incluye siete perfiles de suelo; las localidades más próximas a los extremos de la transecta son Villa Minetti e Intiyaco.

La transecta II se halla ubicada aproximadamente a la altura del paralelo 29°10' y comprende siete perfiles de suelo; las localidades próximas a los extremos de la transecta son Tostado y Fortín Olmos; los datos mineralógicos referidos a esta transecta fueron publicados anteriormente (Morrás y Delaune, 1981).

Finalmente la transecta III se encuentra aproximadamente a la altura del paralelo 30°, comprende tres perfiles de suelo y los extremos de la transecta se hallan en Ceres y Santurce.

Para el análisis mineralógico de la arena de los suelos mencionados, se efectuó la separación de las fracciones liviana y pesada como bromoformo de  $d = 2,9$ . El recuento mineralógico de la fracción liviana se efectuó sobre la fracción granulométrica de 50-100  $\mu\text{m}$  (arena muy fina) por ser ésta la más abundante y representativa. Además, en algunos perfiles de la transecta II (Morrás y Delaune, 1981) se efectuó también el análisis cuantitativo de los minerales livianos en la fracción 50-2.000  $\mu\text{m}$ .

La distinción entre minerales blancos (cuarzo y feldespatos), vidrio volcánico y minerales alterados de esta fracción, fue efectuada por microscopía de polarización. A su vez la cuantificación de las proporciones relativas de cuarzo y feldespatos fue efectuada por difracción de rayos X según el método expuesto por Parrot y Verdoni (en prensa), el que fue controlado por recuentos ópticos de diversas muestras.

Por el contrario, el análisis microscópico de la fracción pesada se efectuó sobre el conjunto de la fracción 50-2.000  $\mu\text{m}$  (arena total), con excepción del perfil 79 en que sólo pudo realizarse sobre la arena muy fina. Con respecto a la fracción pesada debe mencionarse que, dado las dificultades que presentan

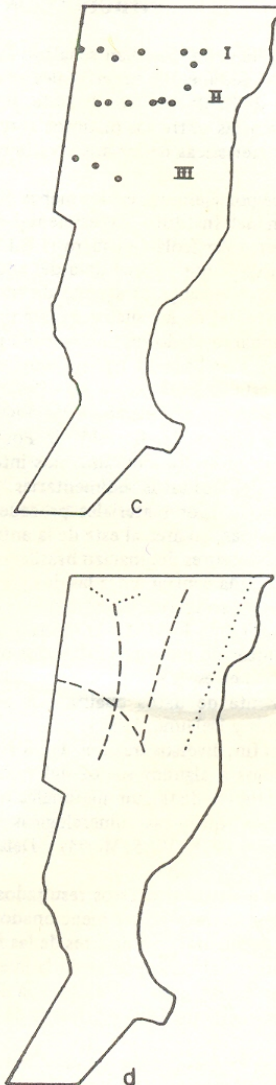


Figura 1:

- c) Transectas y localización de los perfiles estudiados;  
d) Areas sedimentarias identificadas en este trabajo.



las micas para ser separadas densimétricamente, así como por el hecho de haberse constatado una considerable pérdida de granos de este mineral en las manipulaciones de preparación de ciertas muestras, se omitió su cuantificación en los suelos de las transectas I y II. No obstante en las muestras de la transecta III, mediante un mejor tratamiento y separación, se efectuó el recuento de las micas (biotita y muscovita sumadas) dándose su proporción en relación al resto de las especies minerales transparentes.

## RESULTADOS OBTENIDOS

### *Fracción pesada*

Algunos de los minerales de la fracción pesada no muestran diferencias cuantitativas significativas entre los distintos perfiles estudiados. Este es el caso de la silimanita, el epidoto y la monacita.

Por el contrario, otros minerales presentan variaciones significativas tanto en sentido oeste-este como norte-sur, que permiten diferenciar diversas áreas sedimentarias.

Así por ejemplo, la estauroлита, el rutilo, la turmalina, el circón y la cianita aumentan progresivamente de oeste a este. En la dorsal occidental algunos de estos minerales, como es el caso de la estauroлита y el rutilo, son muy escasos y aún pueden estar ausentes. En la zona de los Bajos Submeridionales, tanto al sur como al norte del río Salado, todos estos minerales se presentan ya en cantidades cuantificables. Finalmente en la dorsal oriental, las proporciones de esos minerales adquieren niveles elevados, triplicando aquellos de la dorsal occidental (Fig. 3 y Tablas 1, 2 y 3)

Por el contrario, otros minerales de la fracción pesada presentan una variación de sentido inverso. Este es el caso de la hornblenda, el granate, el esfeno y la augita. Estos dos últimos minerales se encuentran en pequeña proporción en la dorsal occidental (1-2 por ciento) y desaparecen prácticamente en la dorsal oriental. Por su parte la hornblenda y el granate, si bien se encuentran representados en los dos extremos de las transectas estudiadas, disminuyen claramente, particularmente la primera, en sentido oeste-este. Con respecto a la hornblenda es de mencionar que en todos los suelos estudiados (aún en aquellos de las transectas I y III en que no se hizo la distinción cuantitativa) la variedad verde es siempre más abundante que la parda (Tabla 2).

Por otra parte debe mencionarse que una proporción importante de la fracción pesada de todos estos suelos está constituida por minerales opacos. De acuerdo a lo observado en la transecta I (Tabla 1)

resulta evidente un aumento de los opacos en los suelos de la dorsal oriental llegando a constituir en algunas muestras el 70 por ciento de la fracción pesada.

Además de estas variaciones de sentido O-E, que están indicando ya la existencia de dos aportes sedimentarios distintos, pueden también observarse algunas modificaciones mineralógicas de sentido N-S.

Así por ejemplo, en la transecta III (Tabla 3) ciertos minerales como el granate, la turmalina y la estauroлита, son un poco más escasos que en las transectas I y II. Por el contrario, la hornblenda es claramente más abundante en la transecta III que en aquellas situadas al norte del río Salado. Además, en los suelos de esta transecta se encuentran granos de apatita en proporciones que varían entre 3 y 9 por ciento de la fracción pesada, en tanto que al norte del Salado ese mineral no ha sido observado.

Por su parte las micas, entre las que la biotita es predominante, presentan también algunas diferencias tanto cualitativas como cuantitativas entre los suelos de la transecta I y los de la transecta III. En efecto, en la transecta I los granos de biotita son predominantemente de color verdoso y una estimación semicuantitativa en la fracción pesada indica que se encuentran en menor proporción que en los suelos situados al sur del Salado; por el contrario la biotita en la transecta III, al par de ser más abundante, presenta la mayor parte de los granos de color pardo; además, en las muestras de esta última transecta la biotita se concentra particularmente en las fracciones más gruesas de la arena y su proporción resulta a menudo superior a la de la hornblenda. En esta transecta puede también observarse una ligera disminución hacia el este de la proporción total de micas.

Por otra parte, si bien la información con respecto al extremo este de nuestra área de estudio es incompleta (dado que la transecta III termina en la "zona baja"), comparando los perfiles de la dorsal oriental al norte del Salado (perfiles 7, 8 y 13), se puede observar una marcada disminución del zircón en sentido N-S.

Finalmente debe mencionarse que los porcentajes ponderales de minerales pesados aquí obtenidos resultan inferiores a los señalados por Bertoldi de Pomar (1969) particularmente en los suelos del sector occidental. Dado que en esta área las micas son proporcionalmente más abundantes, diferencias metodológicas conducentes en nuestro caso a una recuperación y separación solo parcial de estos minerales, podrían explicar las diferencias observadas.

### *Fracción liviana*

En la fracción liviana de los materiales estudiados



TABLA I: Composición mineralógica de la fracción arena de los suelos de la transecta I. (\*: escaso).

Muestras (Tr. I)	Fracción pesada (50 - 2.000 µm)																	Fracción liviana (50 - 100 µm)						
	Hipersteno	Augita	Hornblenda	Andalusita	Sillimanita	Cianita	Estaurolita	Granate	Epidoto	Zircon	Turmalina	Rutilo	Esfeno	Corindon	Monacita	Anatasa	Transparentes	Opacos	Alterados	Ponderal	Cuarzo	Feldespatos	Vidrio	Alterados
1 A1	2	6	59		1	+	+	4	13	2	3		8		1	+	64	36	5	0,4	15	15	64	6
B1	4	59						2	24	5	4		2		+	66	29	3	0,4	36	30	24	10	
B22	1	1	57					4	23	4	5		2		+	60	37	3	0,4	17	25	48	10	
B31	2		50					6	22	4	9					44	37	19	0,7	35	32	14	19	
2 A1	1		60					6	20	4	5		4			63	37	3	0,5	24	25	42	9	
B1			58					4	20	4	4		8		1	58	39	8	0,2	26	28	32	14	
B22	+	1	64		+			5	18	7	7		4		+	45	47	8	0,4	35	29	25	11	
B31		2	48		4			14	16	5	4				2	45	49	6	0,2					
3 A1	1	4	35		1	+	2	13	22	8	8	+			3	66	33	1	0,3	36	33	21	10	
B21	1	2	40				2	6	22	6	14		3		3	72	28	28	0,2	37	20	36	7	
B22	1	2	48					6	20	11	9				1	43	29	28	0,2	36	20	40	4	
B3		1	40		2			5	19	11	11	1	2		8	46	29	25	0,3	37	31	18	14	
4 A1			18				7	6	17	26	9	6	2		8	31	69		0,2	43	27	26	4	
B21	1		36		1	+	1	5	21	15	6	7	1		1	80	20		0,1	41	28	24	7	
B22	1	2	56				1	3	19	6	7	2	1		1	73	27		0,3	45	22	25	8	
B23	+	1	52			+	+	2	25	8	8	1			+	51	49		0,1	16	4	63	7	
6 A1		+	49		+		1	2	28	11	3	4	1		+	43	56	1	0,2	77	3	16	4	
III B2			35		+		2	2	19	15	14	9	2		+	41	57	2	0,2	70	22	3	5	
IV C		+	12		+		7	5	30	10	21	7	1		4	28	65	7	0,4	86	4	3	7	
7 B21			8		+		5	4	28	22	17	9	1		2	32	68	8	0,4	78	15	3	4	
B23			13				3	3	27	28	16	7	+		1	28	64	8	0,4	75	19	4	2	
B32			8		2		7	2	24	30	14	9			2	20	61	19	0,5	72	20	3	5	
8 IC			22		+		6	+	23	21	18	4			1	35	64	1	0,5	68	22	7	3	
IC			4		1		5		40	17	18	8			3	22	78	+	0,4	87	6	6	1	

Tabla 2: Composición mineralógica de la fracción arena de los suelos de la transecta II (-: vestigios; +: escaso; +++: abundante).  
(Extrado de Morás y Delaune, 1981).

Muestras (Tr. II)	Fracción pesada (50 - 2.000 µm)																	Fracción liviana (50 - 100 µm)			Fracción liviana (50 - 2.000 µm)							
	Augita	Hornblenda verde	Hornblenda parda	Andalusita	Sillimanita	Cianita	Estaurolita	Granate	Epidoto	Zircon	Turmalina	Rutilo	Esteno	Corindon	Monacita	Anatasa	Transparentes	Opacos	Alterados	% Ponderal	Cuarzo	Feldespatos	Vidrio	Alterados	Cuarzo	Feldespatos	Vidrio	Alterados
16 A1	2	36	4		1			13	28	6	6		2		2				0,3	76	14	3	7	67	1	23	9	
B1	2	35	6		5			10	30	2	18		2		2				0,1	69	9	8	14	51	6	39	4	
B2	2	28	6	+	2			12	35	1	8		2		2				0,1	50	11	26	13	49	9	34	8	
B3	2	52	3		3			7	23	4	4		2		1				0,1	65	10	5	20	68	6	6	21	
27 A1	+	48	9		+			12	26	1	4		+		+				0,1	53	12	35	13	59	10	20	11	
A2	+	43	5		+			14	28	2	2		+		1				0,2	46	5	37	8	62	6	17	15	
B21	2	41	4		+			8	29	3	7		2		+				0,1	28	6	58	8	24	7	61	8	
B22		75	2		+			4	13	1	2		+		+				0,1	54	10	24	12	53	7	29	11	
B23	+++				-				+++	+	+		-						0,1	64	17	16	3	63	6	11	20	
79 A1	1	35						8	35	14	2				2				<0,1	45	12	15	8	74	9	10	7	
B21	2	46			1			7	22	7	3				2				<0,1	6	6	42	7	44	6	46	4	
B22	2	38			2			5	32	17	5				3				<0,1	52	7	33	8	54	8	31	7	
B23	1	49			1			10	16	15	7				1				<0,1	62	8	9	5	72	8	11	9	
Bs	4							8	30	10	5				1				0,1	78	8	9	5	72	8	11	9	
11 A1		46	8		2			10	22	4	4				3				0,1	67	6	13	14	75	8	7	10	
A2	1	43	7		1			7	19	4	11				3				0,1	65	13	11	11	64	9	21	6	
B21	4	30	4		2			6	32	9	10				3				0,1	67	6	16	11	67	7	21	5	
B22	2	40	3		2			7	31	2	2				2				0,2	56	7	30	7	52	8	27	13	
B23	7	50	7		5			4	21	6	3				2				0,1	66	11	14	9	67	7	20	6	
12 A1		40	6		1			2	25	8	10				3				0,2	65	8	16	11					
IIB2		49	4		2			+	20	7	7				2				0,1	54	10	29	7					
IIIC		49	7		+			2	27	3	6				3				0,2	26	7	60	7					
IVB21		51	2		2			1	25	5	2				3				0,3	83	3	8	6					
IVB22		49	1		3			30	30	5	8				2				0,3	82	6	2	10					
IVB3		35	1		1			6	36	4	14				2				0,5	84	5	3	8					
9 A1		20			3			3	28	13	13				1				0,2	79	4	6	11					
IIB		18			2			5	26	13	13				1				0,1	54	24	15	7					
IIIC1		27			2			9	14	10	14				2				0,1	26	10	64						
IVC2		16			2			3	30	13	19								0,1	63	15	22						
13 A1		45	+		2			1	25	11	10				2				0,5	80	6	8	6					
IIB		39			2			1	24	10	15				1				0,5	75	4	14	5					
IIIA2		44	+		1			4	30	10	12				1				0,4	38	4	54	4					
IIIB2		44			3			3	18	13	11				3				0,5	53	4	40	3					
IVB3		27	1		1			2	23	13	23				5				0,5	83	4	4	9					



TABLA 3: Composición mineralógica de la fracción arena de los suelos de la transecta III (-: vestigios; +: escaso; ++: común; +++: abundante; ++++: muy abundante).

Muestras (Tr. III)	Fracción pesada (50 - 2.000 µm) %																Fracción liviana (50 - 100 µm) %									
	Hipstereno	Ágata	Hornblenda	Andalusita	Sillimanita	Cianita	Estaurólita	Granate	Epidoto	Zircon	Turnalina	Rutilo	Esfeno	Corindón	Monacita	Anatasa	Apatita	Transparentes	Micas	Opacos	Alterados	% Ponderal	Cuarzo	Feldespatos	Vidrio	Alterados
17 Ap	1		75		+		+	1	4	+		1					2	25	49	22	4	0,3	5	27	58	10
A12			78		+			2	5	+		2					4	35	26	36	3	0,3	10	32	55	3
B1			78					1	2						+		3	48	29	21	2	0,3	12	21	62	5
B21			79					1	7	1		+			+		5	37	32	30	1	0,4	9	17	70	4
II B22			++++						+									25	54	17	4	<0,1	9	28	54	9
II B23			++++						+								+	31	41	25	3	0,1	15	28	49	8
III B3			++++														-	27	56	16	1	0,1	9	25	60	6
IIIC			++++							+							14	58	27	1	0,3	5	17	72	6	
15 Ap		1	73				1	15	3		1						6	28	44	26	2	0,1	8	18	67	7
A2			68			1	1	10	5		2				+		13	26	47	26	1	0,1	29	11	54	6
B21			78					9	3		1						9	30	22	44	4	0,2	8	17	74	1
B22			67				1	15	8	1							7	39	32	27	2	0,3	7	17	59	17
B3x			79				+	8	7	+	2						7	34	22	37	7	0,1	7	29	54	10
C1		1	78					5	7									48	27	23	2	0,5	6	25	54	15
C2		2	74				1	14	5		+						3	48	27	23	2	0,2	7	16	58	19
14 A2		2	55			2	2	17	11	3	3	1					3	27	10	61	2	0,2	23	17	50	10
B21		+	71			3	1	11	9	1	2					1	2	26	50	22	2	0,1	13	15	57	15
B22		+	73			1	2	15	4	2	1						2	41	17	14	28	0,5	26	24	36	14
B31		+	69			1	1	14	6	2	3						7	20	16	36	28	0,3	12	13	57	18
B32			63			1	1	16	14	5	3						4	17	20	27	36	0,4	16	17	60	7
C			67			1	1	14	5	3	2						5	30	39	27	4	0,2	14	18	62	6



se distinguen tres especies minerales: cuarzo, feldespato y vidrio volcánico; como es habitual en los sedimentos loésicos argentinos, este último es predominantemente de tipo ácido; en cuanto a los feldespatos, aquí se incluyen sin distinción los feldespatos alcalinos y plagioclasas.

Comparando los diversos perfiles entre sí, en las tres transectas se observa un marcado aumento del cuarzo hacia la dorsal oriental, en la que este mineral es cuantitativamente el más importante de la fracción arena (Fig. 3).

Por el contrario, el vidrio volcánico manifiesta una tendencia inversa, siendo preponderante en la fracción liviana de los suelos de la dorsal occidental y muy escaso en la dorsal oriental. Un caso particular se presenta en el perfil 16 de la transecta II, en el que se observa una baja proporción de vidrio en la fracción 50-100  $\mu\text{m}$ . Dado sin embargo que los recuentos de vidrio efectuados sobre la fracción liviana de la arena total (50-2.000  $\mu\text{m}$ ) no muestran diferencias significativas con otros perfiles de la misma zona (Morrás y Delaune, 1981), esa selección granulométrica de los vidrios de este suelo sería posiblemente consecuencia de condiciones específicas de sedimentación del material en ese lugar.

Con respecto a los feldespatos se observa también una disminución de sentido oeste-este, aunque menos marcada que en el caso de los vidrios volcánicos.

Del mismo modo que con los minerales pesados, en la fracción liviana se constata también una modificación de la composición mineralógica de sentido norte-sur.

Así, en los suelos situados al sur del Salado (transecta III) el vidrio es más abundante que en aquellos situados al norte, en tanto el cuarzo presenta una variación inversa.

Sin embargo dentro del sector que aquí denominamos "occidental norte" pueden constatarse otras variaciones cuantitativas secundarias de sentido norte-sur. En efecto, si se comparan los perfiles 16, 27 y 79 de la transecta II con los perfiles 1, 2 y 3 de la transecta I pueden observarse una disminución del cuarzo y un aumento correlativo de los feldespatos hacia el norte, no así del vidrio que parece mantenerse en proporciones más o menos similares (Fig. 3).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

El análisis mineralógico de la fracción de tres transectas de perfiles de suelo nos permiten sacar diversas conclusiones de orden sedimentológico.

En efecto, la mayor parte de los minerales de las fracciones liviana y pesada presentan variaciones cuantitativas tanto en sentido O-E como N-S que permiten definir diversas áreas mineralógicas constituidas por aportes sedimentarios de distinta composición y origen.

En primer lugar, al norte del río Salado, y tal como fuera observado por Morrás et al. (1978; 1981; 1982) de acuerdo a otros análisis mineralógicos y sedimentológicos, pueden diferenciarse tres áreas sedimentarias (Figs. 2 y 3).

La primera ("sector occidental norte") correspondería al sector de la dorsal occidental y de la zona de transición situados al norte del río Salado. Los materiales constitutivos de esta zona provendrían de tres fuentes distintas.

De acuerdo a la composición de la fracción arena, una parte de los minerales son de origen volcánico y provendrían, sea en forma directa o a través de deposiciones y deflaciones sucesivas, de los Andes. El resto de los componentes, y haciendo jugar aquí tantos criterios mineralógicos como geomorfológicos, provendrían en proporciones indeterminadas de dos orígenes distintos: una parte provendría de las sierras de Córdoba, situadas al sur-oeste, a través de aportes probablemente eólicos; la otra parte de los minerales sería de origen norandino y habría sido aportada por los antiguos cursos del río Salado, el cual barrió la región de norte a sur hasta su posición actual (Castellanos, 1968).

En el extremo este de las transectas I y II, en la llamada dorsal oriental o Cuña Boscosa, y que aquí denominamos "sector oriental" la importancia cuantitativa de algunos minerales resulta característica de aportes provenientes del escudo brasileño; en las arenas de estos suelos el componente principal es el cuarzo, el que es acompañado en la fracción pesada por proporciones importantes de circón, turmalina, rutilo y estauroлита.

Entre aquellos dos sectores sedimentarios occidental y oriental es factible diferenciar un área central de composición mineralógica intermedia, en la que se habrían depositado materiales provenientes tanto del este como del oeste. Entre los distintos suelos de este "sector central norte" las variaciones mineralógicas son de carácter progresivo y se hallan dadas por la distancia relativa a cada uno de los sectores oriental y occidental que lo enmarcan.

Por otro lado, la composición mineralógica de los materiales situados al sur del río Salado permite distinguir un "sector occidental" diferente a los anteriores. En efecto, la proporción de minerales de origen volcánico es aquí superior al observado en el sector



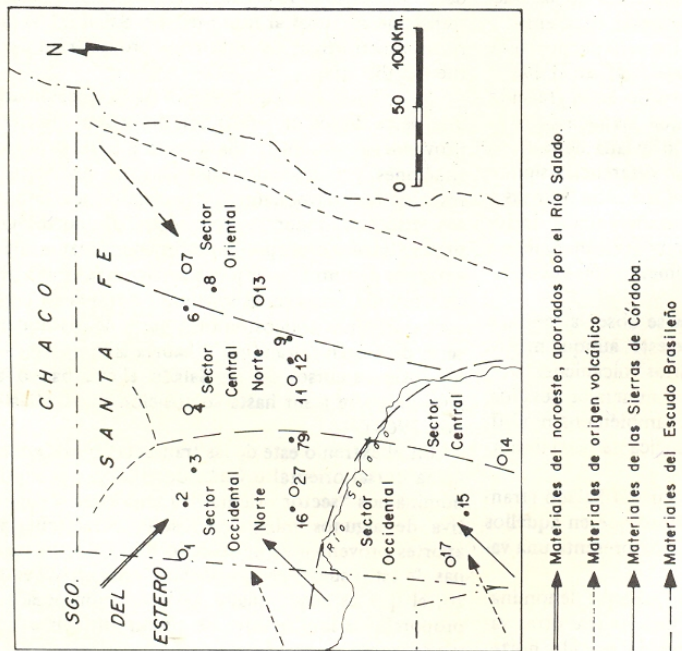


Figura 2: Localización de los perfiles estudiados, áreas sedimentarias diferenciadas y proveniencia de los materiales. (Los límites de trazo fino se establecen por análisis comparativo con la información proporcionada por otros autores citados en el texto. Los perfiles señalados con un círculo son aquellos representados en la Figura 3).

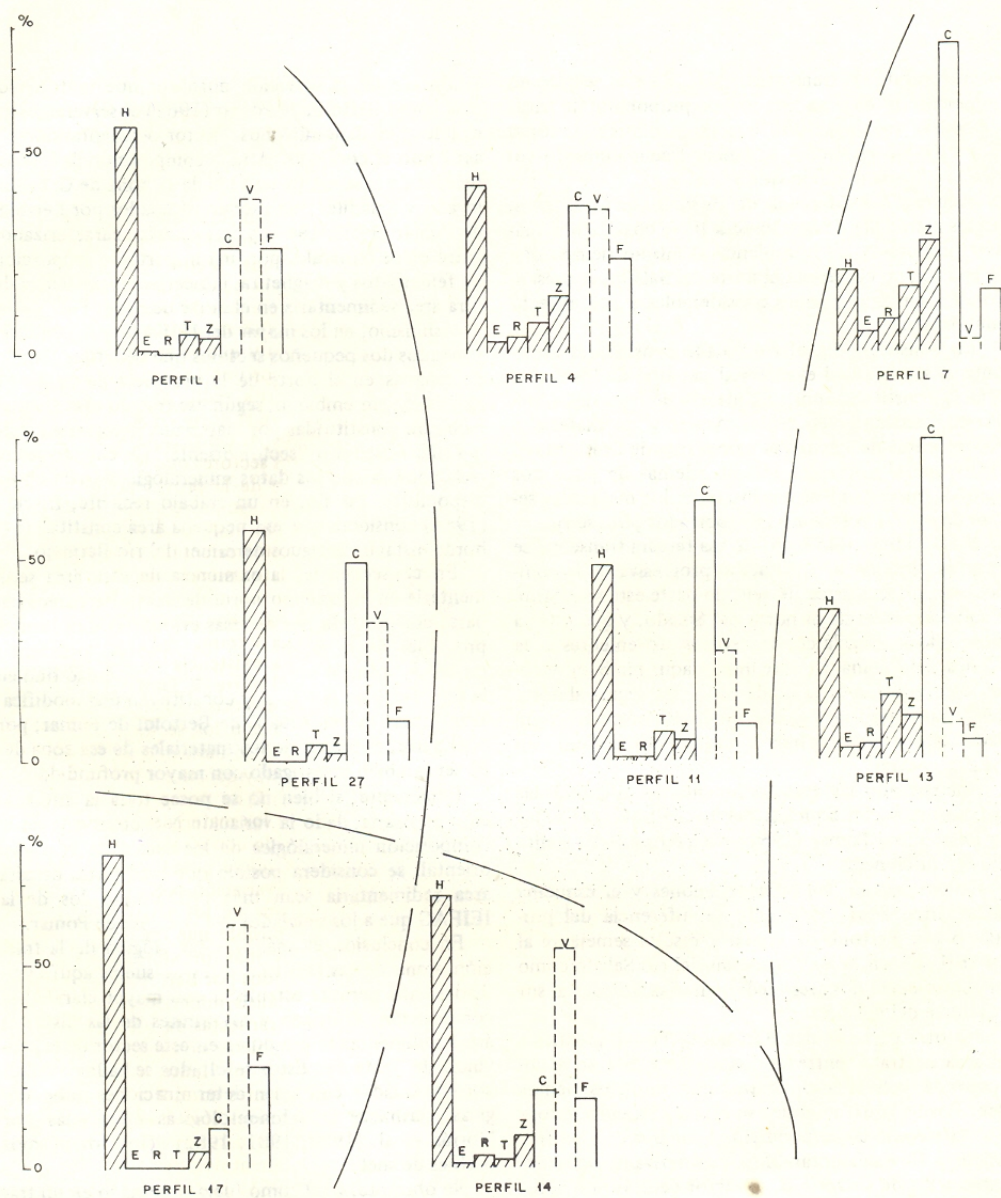


Figura 3: Variación mineralógica a lo largo de las transectas estudiadas.  
 H = Hornblenda; E = estauroлита; R = rutilo; T = turmalina; Z = circón; C = cuarzo; V = vidrio volcánico; F = feldespatos  
 (el porcentaje representado para cada mineral corresponde al promedio de los distintos horizontes del perfil correspondiente; en el perfil 13 se consideraron solamente los materiales I A<sub>1</sub>, II B y IV B).



occidental de las transectas I y II. En este sentido no solamente se observa una mayor proporción de trizas de vidrio volcánico sino que otros minerales, como por ejemplo el zircón, se hallan frecuentemente rodeados de una pasta de vidrio.

Además, y a diferencia de los suelos de otras áreas, en los materiales de la transecta III se observa una mayor proporción de hornblenda al mismo tiempo que la apatita, no observada al norte del Salado, se presentó aquí en proporciones considerables y con aspecto muy fresco.

En consecuencia, el río Salado constituiría un límite al sur del cual el material parental de los suelos estaría constituido por una mezcla de materiales volcánicos provenientes de los Andes y de materiales provenientes de las sierras pampeanas de Córdoba, en tanto que al norte del Salado, además de estos dos aportes mencionados, una parte de los materiales serían de origen norandino transportados por ese río.

No obstante, a lo largo de esa tercera transecta, se observa también una variación progresiva de la composición mineralógica de sentido oeste-este semejante a aquella que se da al norte del Salado, y que estaría indicando la mezcla con materiales provenientes de la cuenca del Paraná. De este modo, aquí también -y como continuación de la subdivisión establecida al norte del Salado- podría trazarse un límite entre la dorsal occidental y la zona baja quedando así definido un "sector central".

Comparando las áreas sedimentarias diferenciadas por nosotros con aquellas del I.E.I.F.A.G. (1937) y de Bertoldi de Pomar (1969), podemos señalar similitudes y diferencias.

En ese sentido las interpretaciones y el esquema cartográfico aquí establecido se diferencia del propuesto por Bertoldi de Pomar y resulta semejante al del IEIFAG, en la identificación del río Salado como un límite entre dos áreas sedimentarias situadas al sur y al norte del mismo.

Por otra parte, si bien Bertoldi de Pomar identifica un área central C entre las dos dorsales, ésta no se corresponde con el área central que nosotros hemos identificado aquí: mientras su sector C aquella autora lo señala como correspondiente a un área con aportes eólicos y fluviales norandinos, cualitativamente semejantes a los de su zona B, el sector central por nosotros definido -tanto al N como al S del Salado- correspondería a un área de transición conformada por la mezcla de aportes sedimentarios del este y el oeste.

Por el contrario, y coincidiendo parcialmente con el sector C de Pomar, parecería que en el extremo norte de la Provincia se encuentran materiales de composición y origen diferenciado.

En efecto, la variación norte-sur que tanto nosotros como Bertoldi de Pomar (1962) observáramos en el que aquí denominamos "sector occidental norte", así como el contraste entre la composición de los materiales de este sector con los de la zona de Gato Colorado y Saladillo que fueran estudiados por Bertoldi de Pomar (1962; 1969) y que estarían caracterizados entre otros minerales por una importante proporción de feldespatos y magnetita, indicarían la existencia de otra área sedimentaria en el norte de Santa Fe.

Asimismo, en los mapas del IEIFAG aparecen diferenciados dos pequeños sectores que penetran a modo de lenguas en el norte de la provincia de Santa Fe (Fig. 1-a); sin embargo, según ese trabajo esas áreas se hallarían constituidas por materiales similares a los de la Cuña Boscosa o "sector oriental", lo cual no se correlacionaría con los datos mineralógicos hasta ahora disponibles. En fin, en un trabajo reciente, Iriondo (1985) considera que esa pequeña área constituiría el borde distal de antiguos derrames del río Bermejo.

En consecuencia, la existencia de otra área sedimentaria en el extremo norte de Santa Fe parece hallarse corroborada por diversas evidencias. Los límites probables de la misma con los sectores "occidental norte" y "central norte" se indican con trazo fino en la Fig. 1-d y en la Fig. 2, y constituyen una modificación tentativa del Area C de Bertoldi de Pomar; por otra parte, el origen de los materiales de esa zona debe ser también investigado con mayor profundidad.

Finalmente, si bien no se posee toda la información necesaria, dado la variación N-S observada en la composición mineralógica de los suelos de la dorsal oriental, se considera posible que los límites de esta área sedimentaria sean más próximos a los de la IEIFAG que a los señalados por Bertoldi de Pomar.

En conclusión el análisis mineralógico de la fracción arena de las tres transectas de suelos aquí estudiadas, nos permite establecer con mayor claridad la composición, el origen y los límites de las distintas áreas sedimentarias presentes en este sector de la provincia de Santa Fe. Estos resultados se hallan además correlacionados con otras determinaciones mineralógicas, químicas y sedimentológicas efectuadas por Morrás et al. (1978; 1981; 1982) sobre los mismos perfiles de suelo.

No obstante, y tal como fuera expresado en un trabajo precedente (Morrás y Delaune, 1981), "dado la extensión del área estudiada, la complejidad de los procesos geomorfológicos y la confluencia de aportes que allí se observa, resulta necesario intensificar los trabajos mineralógicos a fin de caracterizar con mayor precisión las diversas áreas sedimentarias que en esa región se presentan".

## REFERENCIAS

- Bertoldi de Pomar, H., 1962. Sobre la composición mineralógica de algunos suelos del norte santafesino. An. Mus. Prov. Cienc. Nat. "F. Ameghino, Santa Fe, I (3): 77-84.
- Bertoldi de Pomar, H., 1969. Notas preliminares sobre la distribución de los minerales edafógenos de la Provincia de Santa Fe. Actas V Reun. Arg. Arg. Ciencia del Suelo, Santa Fe, pp. 716-726.
- Castellanos, A., 1968. Desplazamientos naturales en abanico del río Salado del Norte en la llanura chaco-santiagueño-santafesina. Inst. Fisiograf. y Geol.; Univ. Nac. Rosario. Public. LII, 24 p.
- I. E. I. F. A. G., 1937. Su organización y labor. (Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero, Provincia de Santa Fe), 89 p.
- Iriondo, M., 1985. Geología y Geomorfología. Su importancia y relación con la Edafología. I Jorn. Reg. de Suelos Reg. Pamp. norte, INTA-EERA Rafaela, Publicación Miscelánea Nº 30, 143-185.
- Morrás, H., 1978. Contribution a la connaissance pédologique des Bajos Submeridionales (Province de Santa Fe, Argentine). Influence de l' environnement sur la formation et l' evolution des sols halomorphes. Tesis Dr., Université de Paris VII, 184 p.
- Morrás, H. y M. Delaune, 1981. Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de los Bajos Submeridionales (Santa Fe). Actas VIII Congr. Geol. Argentino, vol. IV; 343-352.
- Morrás, H., J. Postma, M. Fernández de Rapp y C. Scoppa, 1981. Mineralogía de arcillas de algunos suelos del norte de la provincia de Santa Fe. Actas IX Reun. Arg. Ciencia del Suelo, vol. III: 1.185-1.191.
- Morrás, H., M. Robert y G. Bocquier, 1982. Caracterisation minéralogique de certains sols salsodiques et planosoliques du "Chaco Deprimido" (Argentine). Cah. ORSTOM, sér. Pédol., XIX (2): 151-169.
- Morrás, H., 1985. Estado actual de la mineralogía y micropedología de suelos de la región pampeana norte, con referencia particular a la provincia de Santa Fe. I Jorn. Reg. de Suelos Reg. Pamp. norte, INTA-EERA Rafaela, Publicación Miscelánea Nº 30, 191-214.
- Parrot, J. y P. Verdoni, 1984. Minéralogie quantitative: dosage des minéraux par diffraction X. Análisis. (en prensa).