



XX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO  
7-11 de agosto de 2017 | San Miguel de Tucumán



## MOVIMIENTOS EN MASA EN EL INTERVALO 12/12/66 – 18/08/81 (SIERRA LA JUANITA Y ALEDAÑOS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

R. O. GENTILE<sup>1</sup>, E. KRUSE<sup>2</sup>, L.M. GIACONI<sup>3</sup>, J. M. SUSENA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Geomorfología, FCNM, UNLP. gentilerodolfoosvaldo@gmail.com

<sup>2</sup>Cátedra de Hidrología, FCNM, UNLP. kruse@fcnym.unlp.edu.ar

<sup>3</sup>Cátedra de Geología Aplicada, FCNM, UNLP. lmgiaconi@gmail.com

<sup>4</sup>CONICET, FCNM, UNLP. juanmsusena@gmail.com.

### RESUMEN

Se caracterizan movimientos en masa producidos en laderas de detritos durante el intervalo 12/12/66 – 18/08/81, en Sierra La Juanita y cerros aledaños y se analizan probables mecanismos disparadores. Los movimientos en masa fueron diferenciados a partir del análisis comparativo de fotos aéreas de las décadas del 60 y 80 y se ubican en las cabeceras de la cuenca del Río Quequén Grande, en los partidos de Tandil y Benito Juárez. Los movimientos considerados se generaron en laderas de detritos con evidencias de movimientos en masa previos, representados en fotos aéreas de la década del sesenta. Las intensas lluvias registradas en abril de 1980, pudieron haber actuado como un mecanismo disparador de dichos procesos. Los movimientos en masa en el intervalo, sumados a los representados en fotos aéreas de la década del sesenta, como asimismo a los referidos en trabajos previos como “recientes”, indican la importancia de estos procesos en el modelado de las laderas de detritos del área, alertando además respecto a la amenaza y riesgo potencial que representan.

**Palabras clave:** Procesos de ladera, lluvias intensas, amenaza, Tandilia .

### ABSTRACT

*Mass movements in the interval 12/12/66 – 18/08/81 (Sierra La Juanita and vicinities, Buenos Aires province).* Mass movements generated on debris slopes during the interval 12/12/66 – 18/08/81 in the Sierra La Juanita and nearby hills are characterized, and the probable triggering mechanisms are analyzed. Mass movements were differentiated on the basis of comparative analysis of aerial photographs of the 1960 and 80 decades of the heads of the Quequén Grande River basin, Tandil and Benito Juárez counties. The studied mass movements were generated in debris slopes with evidence of previous mass movements which were present in aerial photos of the 1960s. The high rainfall recorded during April 1980 could be the triggering mechanism of the mass movements. Such processes developed in the interval 12/12/66-18/08/81, together with those represented in aerial photographs of the 1960 decade, as well as those referred in previous works as “recent” ones, point out the importance of these processes in the shaping of the debris slopes in the area, also warning about the threat and potential risk they represent.

**Keywords:** Slope processes, high rainfall, hazard, Tandilia.

### INTRODUCCIÓN

El uso del espacio en Tandilia va en aumento, producto de actividades diversas. Parte de ellas, se realizan en áreas con evidencias de movimientos en masa (MM). Su desarrollo en laderas de detritos (LD) de cerros modelados en sedimentitas del Grupo Sierras Bayas (SGSB), (Poiré, 1987) y las reactivaciones producidas, indican amenaza y riesgo potencial de MM. Para el sector central, se citaron MM en LD de estos cerros: sur del Partido de Tandil (Gentile y Villalba, 2003a, 2003b), Cu-

chilla de las Aguilas, C° Gruta de Oro y aledaños (Gentile, 2008), y Sa. La Juanita y cerros adyacentes (Gentile, 2009). El objetivo del trabajo es la caracterización de MM en el período 12/12/66 – 18/08/81 en LD de cerros en SGSB, en Sa. La Juanita y cerros cercanos y el análisis de probables mecanismos disparadores. Dichos MM se ubican en las cabeceras de la cuenca del Río Quequén Grande, en los partidos de Tandil y Benito Juárez (Fig. 1).

## METODOLOGÍA

Los MM en el intervalo 12/12/66 – 18/08/81, se registraron comparando fotos aéreas (escala 1:20.000), del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, década del 60) y del Ministerio de Infraestructura - Subsecretaría de Obras Públicas (MOSP) de la Provincia de Bs. As. (década del 80). Donde se pudo ingresar a los campos, se analizó la morfología y geología de los MM. Los datos de lluvias corresponden a Tandil, Benito Juárez y Balcarce. Los de Tandil pertenecen a Tandil Aero (37°14' S, 59°15' O) y Ferrocarriles Argentinos. En Benito Juárez se usaron los de la estación del Servicio Meteorológico Nacional (37°32' S, 59°34' O) y de Ferrocarriles Argentinos. El registro de Balcarce corresponde al INTA (37°45' S, 58°18' O) y a datos de ferrocarriles. Asimismo, se anexan valores de lluvias obtenidas en la Estancia Santa Rosa (ESR), ubicada en el S del Partido de Tandil, unos 12 km al SE de la zona de estudio (Fig. 1).

## CONTEXTO GEOLÓGICO – GEOMORFOLÓGICO

La geología del sector central de Tandilia se integra por: Basamento cristalino (BC), Cubierta sedimentaria precámbrica – paleozoica inferior y Cubierta Cenozoica (CC). El BC, agrupado como Complejo Buenos Aires (Marchese y Di Paola, 1975) es una asociación de rocas ígneo-metamórficas proterozoicas (Dalla Salda *et al.*, 2005). De acuerdo a Poiré y Spalletti (2005) continúa el Grupo Sierras Bayas (Poiré, 1987), integrado por se-

cuencias silicoclásticas y carbonáticas neoproterozoicas. Por sobre este, se ubica la Fm. Cerro Negro (Iñiguez y Zalba, 1974), silicoclástica y de probable edad Ediacariana - Cámbrico y la Fm. Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez, 1978), silicoclástica y asignada tentativamente al lapso Cámbrico – Ordovícico (Poiré y Spalletti, 2005). La CC agrupa unidades continentales integradas según Rabassa (1973), por la Fm. Barker (limolitas arcillosas, ocasionalmente fanglomerados; Plioceno? - Pleistoceno inferior), Fm. Vela (limolitas: arenas en su base y manto de tosca en su parte superior; Pleistoceno medio), Fm. Las Animas (limos arenosos eólicos; Pleistoceno superior y Reciente), depósitos fluviales (sablúuticos a limo arcillosos) de la Fm. Tandileofú (Pleistoceno superior y Reciente) y limos - arenas del Aluvio (Reciente). A estas, se agregan los detritos de ladera (DL), de gran desarrollo en cerros de SGSB. Agrupan materiales (que pueden alcanzar 3 – 4 m de largo) producto de la erosión de las sedimentitas antes referidas y en sectores de BC, asociados a depósitos de la Fm. Las Animas. Los espesores (sin base expuesta) de los DL son cercanos a los 2 m – 3 m, no obstante, los frentes de algunas lomadas producto de MM tienen unos 5 metros.

El área presenta una zona de mayor relieve, modelada en BC y SGSB y laderas asociadas y otra, de suave relieve, en secuencias de la CC. La mayor altura es de 524 m, en el sector centro-norte disminuyendo a partir de esta, a cotas menores a 280 m (Fig. 1). Los cerros en BC, ubicados hacia el N, tienen menor desarrollo que en las SGSB, predominando en estas la dirección N-S y NE-SO. Una parte importante de los cerros en SGSB, tienen uno o generalmente dos frentes escarpados rocosos con taludes en su pie. El frente escarpado topográfi-

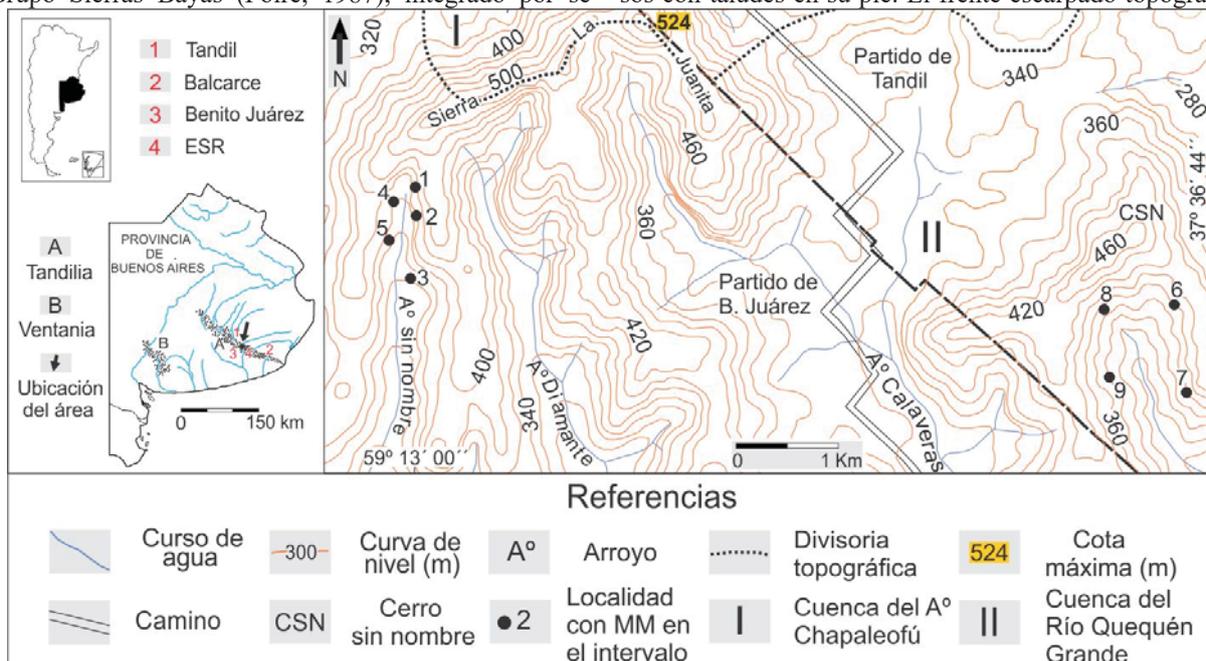


Figura 1. Ubicación del área.

camente más bajo es llamado frente escarpado topográficamente inferior (FETI). A partir de su pie se ubica el talud inferior, el más importante, con un ancho de 200 – 300 m (a veces cercano a 500 m) registra los MM más significativos. A partir del pie de las laderas se continúa en el sector de suave relieve un manto eólico periserrano (MEP), integrado por lomas y sectores deprimidos, de poca altura relativa coronados por la Fm. Las Animas.

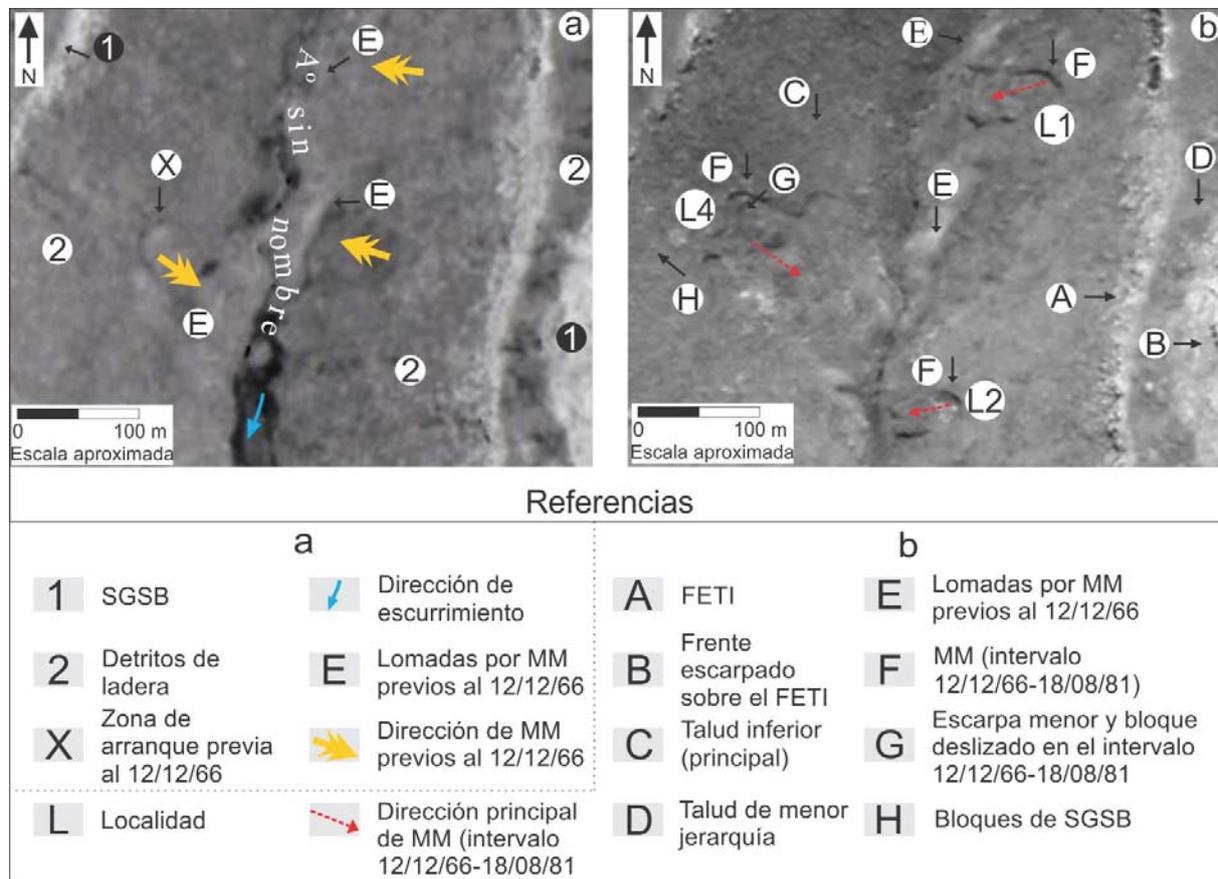
### MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ÁREA

Los rasgos utilizados para el reconocimiento de MM en el área a partir de las fotografías aéreas agrupan lomas en zonas de acumulación de materiales movilizados, depresiones, quiebres de pendientes, cambios en la dirección de inclinación, zonas de arranque, escarpas, relieve local “escalonado” y bloques de las SGSB en las LD. El término reactivaciones, se usó para la generación de MM en sectores con movimientos previos, independiente del tiempo transcurrido entre la producción de los mismos. Una reactivación estricta se aplicó a MM que afectaron rasgos de otros previos. Algunas reactivaciones generaron zonas de hundimiento (área del MM en la cual el material se ubica debajo de la superficie original del terreno) y acumulación (área del MM en la cual el material desplazado yace sobre la superficie original,

esta es la superficie de la LD previa al MM) y escarpas muy definidas. Otras, mostraron evidencias en general en zonas de arranque antiguas y otras partes de un antiguo MM. Un MM superficial desplazó principalmente DL. En LD del área, se reconocieron MM “recientes”, producidos hacia fin de agosto – inicios de septiembre del 2001 y “antiguos”, expresados en fotos aéreas (década del 80), (Gentile, 2009). Los últimos, agrupan MM ya visibles en fotos aéreas (década del 60) y los generados en el período 12/12/66 - 18/08/81. Los “recientes” se produjeron en LD de cerros en SGSB, formando escarpas, bloques deslizados (algunos, deslizamientos rotacionales) y fracturas. Los rasgos de MM en fotos aéreas (década del 60) en LD de cerros en SGSB, se formaron a partir de movilización de materiales, desde frentes escarpados (representados por bloques que yacen a su pie o en cercanías, de hasta unos 3 - 4 m de largo) y en las LD, donde se integran por lomadas, depresiones, zonas de arranque y escarpas.

### MOVIMIENTOS EN MASA PRODUCIDOS EN EL INTERVALO 12/12/66 – 18/08/81

La expresión morfológica de algunos de los MM “antiguos”, en fotos aéreas (18/08/81), mostró el carácter “fresco” de algunos rasgos, particularmente en zonas de



**Figura 2.** (a): Fotografía aérea (INTA-12/12/66), con evidencias de rasgos de MM. (b): Fotografía aérea (MOSP-18/08/81), mostrando tres nuevos MM.

arranque de materiales, con escarpas principales muy bien definidas. Es posible que los MM responsables de su formación se hayan originado no mucho antes de la fecha de toma de las fotos. El análisis posterior de fotos aéreas (12/12/66), confirmó que las morfologías “frescas” de los MM, no estaban expresadas en las últimas fotografías (Fig. 2a, 2b). Otros (no considerados en esta contribución) mostraron modificaciones de menor expresión respecto a las fotos aéreas de la década del 60. Los MM tratados, se produjeron en el talud inferior (o principal) de LD de cerros en SGSB y movilizaron materiales prácticamente sueltos (regolito), agrupados como DL y tuvieron lugar en laderas con evidencias de MM previos al 12/12/66. Un sector muy afectado por MM en el período, se ubica en LD del A° sin nombre (Fig. 1). Allí se registraron cinco localidades con MM en un trayecto de 1 km, tres de ellas se muestran en la Fig. 2b. Los rasgos por MM en las localidades tratadas agrupan zonas de arranque (sectores a partir de los cuales se desplazan los materiales), en muchos casos con escarpas, zonas de hundimiento y acumulación y, en algunas localidades bloques deslizados. Otras veces, se produjeron modificaciones de partes de otros rasgos de un MM previo. La mayoría de las escarpas son muy marcadas, de pendientes pronunciadas, cercanas a 1,5- 2,5 m de altura y carácter “fresco” en fotos aéreas (Figs. 2b). En planta son cóncavas (aunque pueden tener tramos rectos) ladera abajo, con longitudes de unos 90 m (L6). En otras, la concavidad resulta de la unión de segmentos cóncavos menores, generando una forma cóncavo – convexa, que puede alcanzar unos 140 m de largo en sentido transversal a la dirección de inclinación de la ladera, como se observa en L4 (Fig. 2b). Algunas de las escarpas, son más largas en sentido transversal a la inclinación de la LD

(L4, Fig. 2b), otras (L6), son alargadas en el sentido de inclinación de la LD. En algunos MM (L4), debajo de la escarpa principal, se observó una secundaria de menor longitud (unos 10 m), asociada a un bloque deslizado (Fig. 2b). Algunos MM se integran por escarpa en cabezales y zonas de hundimiento y acumulación bien definidas, diferenciadas de las formas de MM “antiguos” a las que se asocian (Fig. 2b). Tienen una extensión horizontal paralela a la inclinación de la LD menor a 150 m; presentan en casos zonas de ruptura, angostas y alargadas como en L6. Para estos últimos MM, la extensión horizontal supera el ancho de los mismos. El MM en L1 tiene unos 75 m de largo medidos horizontalmente y unos 25-30 m de ancho en la zona de acumulación. El L2 alcanza unos 70 m y un ancho de unos de 25 m en la zona de acumulación (Fig. 2b). En L6 ubicado en el talud inferior del Cerro sin nombre (Fig. 1) el largo es cercano a los 135 m y el ancho en la zona de acumulación de unos 40 metros. Algunos MM generaron formas similares a las previas en la misma localidad, mientras que otros, rasgos que contrastan marcadamente. La forma alargada en la dirección de inclinación de la LD que muestra el MM en L6, es similar a las observadas en movimientos previos ubicados hacia las cabezales de la misma localidad. En L1 y L2 (margen izquierda del A° sin nombre) los MM, son alargados respecto a la inclinación de la LD. Dicha forma contrasta con el de algunas lomas de MM previos, con forma de terraplenes alargados, transversales a la inclinación de la LD en la misma localidad. Las rupturas que afectaron el regolito, se ubican en las LD (talud inferior), sin perturbar materiales y rasgos del MEP. Los materiales movilizados quedaron en dichas laderas, no afectando el MEP y los cursos de agua que en este se desarrollan.

**Tabla 1.** Lluvias (mm) de 1980 en las estaciones utilizadas; para ESR sólo valores anual y de abril.

	Estación	Balcarce	Tandil	Benito Juárez	ESR
Mes	Ene.	118	61,1	95	---
	Feb.	122	92,6	121	---
	Mar.	115,3	183,1	81	---
	Abr.	378,7	441,8	254	392
	May.	66,7	130,9	87	---
	Jun.	77,1	42,2	27	---
	Jul.	66	75,6	54	---
	Ago.	13,9	17	30	---
	Sep.	10	39,3	38	---
	Oct.	54,6	39,7	59	---
	Nov.	77,5	84,5	68,4	---
	Dic.	129,8	46,3	30	---
	<b>Anual</b>	1229,6	1254,1	944,4	1086

## DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN

Parte de los MM (deslizamientos rotacionales principalmente, flujos y complejos) producidos en el intervalo

12/12/66 – 18/08/81, fueron retrogresivos, afectando zonas de arranque antiguas. Algunos, modificaron la forma original de otros sectores de MM previos y aun otros, como en L1 y L2 (Fig. 2b), al igual que en L6 y L7), generaron escarpas, zonas de hundimiento y acumulación

muy bien definidas. Se produjeron en áreas de LD con MM previos afectando parte de ellos (reactivaciones en sentido estricto). Desplazaron principalmente DL y generaron movimientos superficiales (o poco profundos). Los MM están desacoplados de los cursos de agua del MEP, quedando los materiales movilizados en las LD como almacenaje coluvial. Estos MM, al igual que los “antiguos” representados en fotos aéreas (década del 60) y los “recientes” (Gentile, 2009), modificaron las características del talud inferior. Las más importantes: sobreempinamientos en zonas de arranque, generación de áreas deprimidas en zonas de hundimiento y lomadas por la acumulación de materiales. Estos rasgos, generan controles locales del escurrimiento superficial y sectores propensos a la producción de nuevos MM. Las lomadas actúan como divisorias muy limitadas de jerarquía menor, a partir de las cuales diverge el escurrimiento superficial no encauzado. El contacto entre una lomada y el terreno no afectado adyacente, favorece en casos el escurrimiento superficial del agua y las depresiones en zonas de hundimiento concentran, al menos temporariamente, las aguas. Las escarpas en zonas de arranque, sobreempinan la LD, generando áreas potenciales para nuevos MM. Los MM en el intervalo, fueron reactivaciones y generaron nuevas formas, ocasionando la destrucción parcial de otras, producto de MM previos. Los MM en el intervalo guardan una estrecha relación en todos los casos entre rasgos afectados (LD), sectores de producción (LD con MM previos) y materiales desplazados (regolito). Estas características, indicarían laderas inestables y tendencia de los materiales a movilizarse bajo condiciones adecuadas.

Se ha señalado que los MM tienden a producirse dentro, en las vecindades de otros o en las mismas laderas, sugiriendo que ubicar rupturas pasadas, es clave para entender la ocurrencia futura de movimientos (Cardinali *et al.*, 2002). Lo indicado por estos autores se identificó en el área, ya que los MM en el período se generaron en el talud inferior, que ya contaba con MM visibles en fotos aéreas (década del 60). El carácter “fresco”, en particular, escarpas en cabeceras, en fotos aéreas (década del 80), fue útil para estimar la edad relativa de MM. Los MM de dicho período y los “recientes” fueron reactivaciones en LD. Muchos de los previos al intervalo tienen morfología “fresca” en fotos aéreas, contrastantes con las de otros MM, en las mismas fotos. Esto, podría indicar reactivaciones, de ser así, se ampliarían estos procesos en LD. MM afectando cabeceras de previos, se citaron a unos 15 km al SE de esta zona. Algunos, formados a fin de agosto - inicios de septiembre de 2001 en ESR (Gentile y Villalba, 2003a). Otros, presentaron carácter “fresco” similar a los previos, estimándose su edad en fechas cercanas a fin de agosto - inicios de septiembre de 2001 (Gentile y Villalba, 2003b). Las reactivaciones en zonas de arranque antiguas, indican que el sobreempinamiento de las LD favorece la producción de MM retrogresivos. Los disparadores de MM en el período tratado, podrían vincularse a lluvias extremas, como las de abril

de 1980. El mes tiene valores altos, concentrados y lluvias previas importantes (Tabla 1). Las lluvias en dicho mes en Balcarce (378,7 mm), Tandil (441,8 mm) y Benito Juárez (254 mm) son los valores extremos de abril, para los períodos 1910-2009 (Balcarce), 1888-2009 (Tandil) y 1911-2009 (Benito Juárez). Las lluvias se concentran en la segunda mitad del mes: 21-30 (Balcarce), 20-29 (Tandil) y 22-30 (Benito Juárez). En Balcarce llovió 262,1 mm en 10 días, con un máximo de 148,5 mm el 29. En Tandil llovió 335,6 mm en el mismo período, con un pico el 28 de 147,9 mm. En López Juárez llovieron desde el 22 al 30, 175 mm, con un máximo (62 mm) el 27. Es de mencionar además, que la lluvia de abril de 1980 en ESR, fue de 392 mm. Si es correcta la relación entre las lluvias de abril y los MM, estos serían en parte, coincidentes con inundaciones en la cuenca del Río Salado, ampliándose de esta manera los procesos geomórficos de riesgo por lluvias en la provincia de Bs. As. Los MM en LD expresados en fotos (década del 60), los del período 12/12/66 - 18/08/81, los producidos a fines de agosto - inicios de septiembre de 2001 y en fechas cercanas a esta, muestran la dinámica de los MM en el modelado del paisaje y la amenaza y riesgo potencial. Si el agua actuó como disparador de los MM en el intervalo, las lluvias intensas serían un alerta de generación de MM en el área.

## CONCLUSIONES

En el intervalo 12/12/66 - 18/08/81, se generaron movimientos en masa en laderas de detritos de cerros modelados en el Grupo Sierras Bayas. Los procesos tuvieron lugar en sectores con movimientos previos, modificando parte de ellos. Afectaron rasgos (talud inferior) y materiales (regolito) similares. Las lluvias intensas de abril de 1980, pudieron actuar como mecanismo disparador. Los movimientos en masa en el área representados en fotos aéreas (década del 60) y los producidos en el período considerado, sumados a aquellos producidos en el 2001 y en fechas cercanas, evidencian la dinámica de estos procesos en el modelado de las laderas de detritos y la amenaza y riesgo potencial que representan.

## LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Cardinali, M., Reichenbach, P., Guzzetti, F., Ardizzone, F., Antonini, G., Galli, M., Cacciano, M., Castellani, M. y Salvati, P. 2002. A geomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Italy. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2: 57-72.
- Dalla Salda, L. e Iñiguez, A. M. 1978. “La Tinta”, Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 539-550, Neuquén.
- Dalla Salda, L., de Barrio, R. E., Echeveste, H. J. y Fernández, R. R. 2005. El Basamento de las Sierras de Tandilia. En de Barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías, E. (eds.) Relatorio 16° Congreso Geológico Argentino, Actas: 31-50, La Plata.
- Gentile, R. O. 2008. Movimientos en masa en Cuchilla de las



XX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO  
7-11 de agosto de 2017 | San Miguel de Tucumán



- Aguilas, Cerro Gruta de Oro y aledaños (Partido de Benito Juárez, Provincia de Bs. As.). 17° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 1216-1217, San Salvador de Jujuy.
- Gentile, R. O. 2009. Deslizamientos en el área de Sierra La Juanita (Partidos de Tandil y Benito Juárez, Provincia de Buenos Aires). 9° Simposio de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, 2 p., Mar del Plata.
- Gentile, R. O. y Villalba, H. A. 2003a. Deslizamientos y rasgos asociados producidos en el año 2001 en un sector de las Sierras Septentrionales (Provincia de Buenos Aires). Revista de la Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería, 19: 31- 44.
- Gentile, R. O. y Villalba, H. A. 2003b. Deslizamientos recientes en el extremo sur del Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires). 2° Congreso Nacional de Cuaternario y Geomorfología, Actas: 275-282, San Miguel de Tucumán.
- Íñiguez Rodríguez, A. M. y Zalba, P. E. 1974. Nuevo nivel de arcilitas en la zona de Cerro Negro, Partido de Olavarría, Provincia de Buenos Aires. Anales del Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, Serie 2, 264: 95-100, La Plata.
- Marchese, H. G. y Di Paola, E. 1975. Reinterpretación estratigráfica de la Perforación de Punta Mogotes I, Provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 30 (1): 44-52.
- Poiré, D. G. 1987. Mineralogía y Sedimentología de la Formación Sierras Bayas en el núcleo Septentrional de las sierras homónimas, Olavarría, Provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata (inédita), 494 p., La Plata.
- Poiré, D. G. y Spalletti, L. A. 2005. La Cubierta Sedimentaria Precámbrica - Paleozoica Inferior del Sistema de Tandilia. En de Barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías, E. (eds.) Relatorio 16° Congreso Geológico Argentino, Actas: 51-68, La Plata.
- Rabassa, J. 1973. Geología superficial en la Hoja "Sierras de Tandil". Anales del Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, Serie 2, 3: 115-160, La Plata.