

## GEOMORFOLOGIA Y CUATERNARIO DEL TRAMO INFERIOR DEL ARROYO FELICIANO\*

M.H.Iriondo\*\*, R.N. Tardivo\*\* y C.N.Ceruti\*\*\*

### RESUMEN

Iriondo, M. H.; R. N. Tardivo y C.N. Ceruti. 1985. Geomorfología y cuaternario del tramo inferior del arroyo Feliciano (E. Ríos, Argentina). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 16 (2): 149-156.

La llanura aluvial del arroyo Feliciano es representativa de los tramos inferiores de los afluentes entrerrianos del Paraná. Tiene de 1 a 3 kilómetros de largo y ha sedimentado dos formaciones aluviales a lo largo de su historia, que comienza en el Pleistoceno superior. Para la más antigua de ellas se propone aquí la denominación de Formación Arroyo Feliciano. La más moderna es la Formación La Picada. El área ha sufrido fallamiento en distintas épocas, que afectaron a la Formación Arroyo Feliciano y a unidades geológicas más antiguas.

### ABSTRACT

Iriondo, M. H.; R. N. Tardivo and C. Ceruti. 1985. *Geomorphology and Quaternary of the lower Feliciano river*. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 16 (2): 149-156.

The flood-plain of the Feliciano river is a typical feature of the tributaries of the Paraná river in the Province of Entre Ríos. The 7100 km<sup>2</sup> Feliciano basin developed during a humid climate in the Upper Pleistocene. The flood-plain is 1 to 3 ks wide, with two sedimentary units. The older one is defined here as Arroyo Feliciano Formation, of Upper Pleistocene age. It is composed by a white to green consolidated silt, with irregular concretions of CO<sub>3</sub> Ca. The younger unit is La Picada Fm., deposited during the Holocene. Arroyo Feliciano Fm. and older formations are faulted.

- \* Presentado en las "II Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral", 8 al 11 de agosto de 1984.
- \*\* Departamento de Hidrología General y Aplicada, UNL, Paraje "El Pozo" s/n, casilla correo 495, Santa Fe (3000), Argentina.
- \*\*\* Museo de Cienc. Nat. y Antropológicas de E.Ríos. Rivadavia 462, subsuelo, C.C. 71. Paraná (3100), Argentina.

## INTRODUCCION

El arroyo Feliciano es el colector de uno de los principales sistemas fluviales de la provincia de Entre Ríos; mide aproximadamente 200 km de longitud y drena una cuenca de 7100 km<sup>2</sup>. El Feliciano es posterior a la Formación Hernandarias, por lo que se deduce que su aparición y desarrollo datan del Pleistoceno superior. En su tramo inferior ha formado una llanura aluvial de 1 a 3 km de ancho, que es analizada en este trabajo.

La llanura aluvial del Feliciano es representativa en ciertos aspectos de los tramos inferiores de todos los afluentes de la margen entrerrriana del Paraná. Presenta una terraza baja, la Formación La Picada <sup>1</sup>, que se encuentra en todos ellos. También aparece una terraza más vieja, que se observa en varios de ellos parcialmente erodada, para cuyos depósitos se propone aquí el nombre de Formación Arroyo Feliciano.

En otros aspectos el tramo final del Feliciano probablemente tenga características particulares. Las formaciones geológicas que afloran en sus márgenes están fracturadas en varios lugares, incluyendo a la Formación Arroyo Feliciano. Este fenómeno no ha sido observado en otros lugares del oeste entrerrriano.

## MATERIALES Y METODOS

El tramo estudiado, que abarca desde el puente de la Ruta Nacional Nº 126 hasta la desembocadura, fue analizado mediante fotointerpretación de pares estereoscópicos en escala 1:20.000 previo reconocimiento expeditivo por vía fluvial. Posteriormente se realizó un reconocimiento sistemático, navegando el cauce en bote de remos (aproximadamente 40 km), describiendo y fotografiando afloramientos y recolectando muestras. Para el análisis e interpretación de la información obtenida se aplicaron los esquemas establecidos por la Geomorfología Fluvial y la Geología Regional, o sea, estratigrafía de las unidades aflorantes, determinación de fracturas, identificación de fases de sedimentación por el tamaño y grado de conservación de los meandros abandonados y determinación de la energía del transporte mediante la granulometría y estructuras de los sedimentos. Los trabajos de campo se realizaron durante una época en que el arroyo se encontraba muy crecido, a mediados de noviembre de 1983.

## ESTRATIGRAFIA

### Unidades aflorantes

A lo largo del Arroyo Feliciano, afloran varias unidades geológicas cenozoica. Ellas son:

**Formación Paraná:** Se encuentra en pequeños afloramientos aislados constituidos por pelitas verdes, con estratificación fina. En uno de ellos, aguas arriba del paraje La Herradura, se la encuentra conformando un estrato de arcilla verde, con un espesor aflorante de aproximadamente 1,20 m, atravesado por un sistema de grietas que lo conforman, se cortan entre sí, buzando alrededor de 40°.

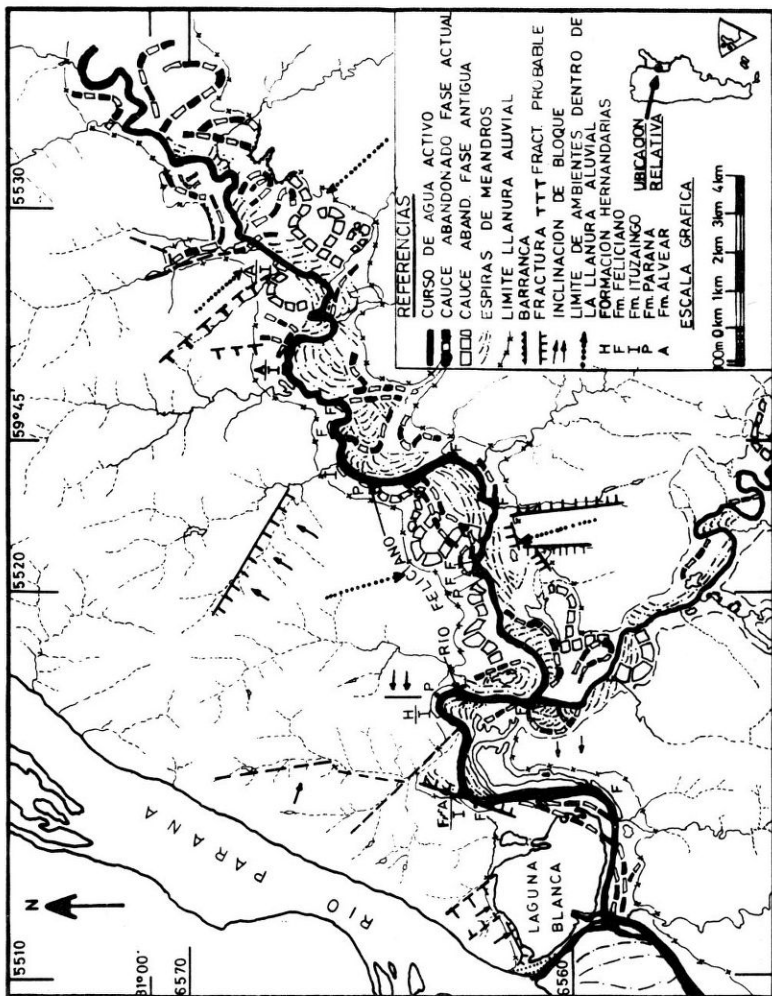


Fig. 1 — Distribución de los elementos geomorfológicos.

*Formación Ituzaingó:* Aparece en varios afloramientos aislados, algunos de ellos de cientos de metros de largo, y diez o más metros de altura. Está constituida por arena cuarzosa fina, de color ocre amarillento, que en algunas partes pasa a rojizo fuerte. La estratificación es fina a mediana, en estratos planos con frecuente laminación diagonal interna.

*Formación Alvear:* Sus afloramientos son escasos. Está representada por su facies típica, tabiques de carbonato de calcio en una masa pelítica. Presenta alto grado de carbonatación y considerable dureza en la mayoría de los casos. Cerca de la desembocadura del Arroyo Feliciano existe un afloramiento de color verde claro, menos diagenizado y prácticamente sin carbonatos.

*Formación Hernandarias* Aparece solamente en la Vuelta de la Margarita, en el curso inferior del arroyo. En el afloramiento principal tiene 5 m de espesor. Está constituida por arcillas, parcialmente laminadas, con colores marrón rojizo, verdoso y gris.

*Formación Arroyo Feliciano:* Se propone aquí esta unidad estratigráfica. El perfil tipo está ubicado en la margen derecha del arroyo Feliciano, aproximadamente 1000 m aguas abajo de la desembocadura del arroyo Las Piedras, constituido por limo endurecido blanquecino o verde claro, que se deshace en forma de polvo. A veces presenta estructuras de laminación, o estratificación muy fina en sectores pequeños, de 30 a 40 cm de espesor y 1 a 2 m de largo. Están incluidos en una masa más uniforme, sin estratificación visible con grietas tapizadas de manganeso.

También es frecuente la estratificación plegada, con pliegues suaves. Suele presentar intercalaciones de arena muy fina, levemente diagenizada. En su parte superior, puede presentar carbonato de calcio en concreciones mal definidas, o en forma de cemento. En partes, el carbonato transforma al sedimento en una verdadera roca.

Aparece en un espesor de 5 m de potencia visible. En partes se presenta con estratificación mediana a gruesa, poco definida y con buzamientos sinécticos originados en el rellenamiento de paleocauces.

En la base se observó una línea de piedras, conformada por rodados provenientes de la Formación Alvear. La base de la formación no es visible en el perfil. El techo de la misma no está cubierto. Sus relaciones estratigráficas sin embargo, surgen del mapa geomorfológico confeccionado durante el trabajo (Fig. 1). La Formación Arroyo Feliciano es posterior a la Formación Hernandarias y anterior a la Formación La Picada. En el arroyo Las Conchas, cerca de la ciudad de Paraná, se la encuentra cubierta por la Formación Tezanos Pinto, loess de edad bonaerense.

Aguas abajo de Puerto Augusto, esta unidad está compuesta, en partes por una facies distinta, constituida por arena cuarzosa fina bien seleccionada, con arcilla plástica intersticial, lo que le da coherencia al sedimento. Presenta color moteado, entre rojizo, verde, verde claro y ocre. En algunos lugares pasa a arcilla arenosa, de color marrón muy claro, con plasticidad

considerable y concreciones irregulares de carbonato de calcio.

Esta unidad corresponde a los depósitos de la fase antigua del valle del Feliciano, caracterizada por la presencia de meandros de gran tamaño. Su edad puede considerarse dentro del Pleistoceno superior, sincrónica con el episodio húmedo que formó la cuenca del Salado en Santa Fe 2.

*Formación La Picada:* En la mitad superior del área estudiada, está constituida por dos miembros. El miembro superior está constituido en su mayor parte por depósitos laminados de relleno de cauces abandonados. El miembro inferior es considerablemente más arenoso. El contacto entre ambos es concordante. Aguas abajo, solamente afloraba uno por encima del nivel del agua. Esta unidad está constituida por depósitos aluviales bastante complejos que pueden agruparse en tres facies principales: facies de cauce, facies de pantano y facies de relleno de cauces abandonados.

La *facies de cauce* está compuesta por depósitos masivos o de estratificación mediana y gruesa, constituidos por arena cuarzosa fina bien seleccionada, de color castaño amarillento a castaño oscuro. En algunas partes aparece una matriz arcillosa, de color gris.

La *facies de pantano* está compuesta por arcillas y limos masivos, generalmente de colores oscuros, predominando el gris. Suelen presentar numerosos poros y moldes de raicillas, de 1 a 2 mm de diámetro.

La *facies de relleno de cauces abandonados* está formada por arcillas, limos y arenas finas, con estratificación muy fina y laminaciones. Son frecuentes las intercalaciones de pelitas con arena fina bien seleccionada, esta sedimentación se produce cuando un trecho del cauce queda bloqueado y comienza a comportarse como una laguna. Durante las crecientes, las aguas desbordadas penetran en él que vuelve a funcionar como cauce, depositándose en el lecho una lámina de arena. Terminada la creciente, se desconecta nuevamente del río, y entonces se produce la lenta sedimentación de las partículas finas suspendidas en el agua que quedó atrapada en la cubeta.

*Depósitos actuales:* Están compuestos principalmente por dunas y bancos de arena en el cauce, y derrames de arena en la llanura aluvial. Dichos derrames se producen en algunos lugares en forma concentrada, dejando cuerpos de arena de decenas de metros de largo y varios metros de ancho. En otras ocasiones los derrames son areales, sedimentando sucesiones discontinuas de dunas pequeñas y óndulas, en superficies de varios cientos de metros cuadrados.

## TECTONICA

En el valle del Feliciano y zonas cercanas, es evidente la existencia de movimientos tectónicos. Se pueden observar rechazos de 10 a 20 metros afectando a las formaciones Ituzaingó, Alvear, Hernandarias y Arroyo Feliciano. También existen basculamientos visibles en el campo. Los bloques afectados son de pocos kilómetros de extensión.

## GEOMORFOLOGIA

El arroyo Feliciano corre por una llanura aluvial de contornos irregulares; su cauce tiene un ancho variable entre los 40 y 120 m. La divagación del cauce es relativamente escasa. Está formado por meandros compuestos, los de primer orden tiene un radio de curvatura que oscila entre 500 y 2000 m; a su vez, están alterados por curvas más pequeñas.

En la llanura aluvial, existen dos fases de sedimentación y actividad morfogenética. La primera, está caracterizada por paleocauces de gran tamaño, de 150 a 300 m de ancho, con meandros regulares bastante cerrados (300 a 500 m de radio de curvatura); corresponde a la Formación Arroyo Feliciano y forma la terraza más antigua. La segunda fase, más moderna, está representada por los depósitos de la Formación La Picada, con numerosas espiras de meandro y cauces abandonados de 30 a 60 m de ancho, forma la terraza más joven.

Los procesos actuales están modificando parcialmente la morfología de la llanura aluvial, implantándose un sistema de energía considerablemente mayor. Las causas deben buscarse en la acción antrópica, ya que la explotación agrícola-ganadera de la cuenca provoca un aumento de la escorrenría y concentración de los picos de crecida.

## DESCRIPCION AREAL

A lo largo de la zona mapeada la llanura aluvial presenta variaciones. El sector de Paso Quebracho, hasta unos 5 km aguas abajo del puente de la Ruta Nacional N<sup>o</sup> 126, está caracterizado por numerosos cauces abandonados de la fase moderna. El miembro superior de la Formación La Picada está constituido en su mayor parte por depósitos laminados de relleno de cauces abandonados. El miembro inferior es considerablemente más arenoso. El contacto entre ambos es concordante. En ciertos trechos se encuentran en la superficie de la terraza depósitos de arena de la fase actual, groseramente estratificados, con un espesor de hasta 1,50 m.

En el segundo meandro aguas abajo del puente, se observa en el cauce un banco de arena diagonal al mismo, con 50 m de largo y 20 m de ancho. Superficialmente presenta óndulas y dunas de 10 a 15 cm de altura, varios metros de ancho y 1 m de longitud, aproximadamente. La altura de la terraza con respecto al pelo del agua, disminuye por lo menos 1 m en 3 o 4 km.

Los pequeños afluentes que llegan al Feliciano en ese sector (arroyo La Palmitas arroyo Las Piedras) erodaron la llanura en un ancho de aproximadamente 100 m.

En la desembocadura del arroyo Las Piedras en dicha faja se observa un relleno de arena, en dunas de 30 cm de alto por 2 o 3 m de largo. En el borde izquierdo de la llanura aluvial existe un paleocauce de la fase antigua.

El sector siguiente tiene unos 9 km de longitud. Está caracterizado por una mayor divagación de los meandros de primer orden, y la presencia de numerosos afloramientos de formaciones geológicas. El principal está ubicado en el paraje La Herradura, donde aflora la Formación Ituzaingó en una facies muy rojiza. Se le sobrepone la Formación Alvear, en facies típica, con 4 o 5 metros de espesor máximo. En los extremos del afloramiento, ésta última desapareció por erosión. Ituzaingó alcanza el cauce actual del Feliciano, formando una barranca viva de 18 m de altura y 30 m de extensión, aproximadamente. Unos 2500 m aguas arriba existe un afloramiento similar, pero allí el contacto entre Ituzaingó y Alvear se encuentra aproximadamente 10 m más abajo que en La Herradura. En el área de Puerto Augusto, se observa un fenómeno similar: el desnivel entre los bloques es de aproximadamente 20 metros.

Los afloramientos de la Formación A. Feliciano son numerosos, principalmente en la margen derecha del arroyo. La Formación La Picada presenta predominio de depósitos de pantano, generalmente arcillas negras y limos grises, con poros y moldes de raíces.

Aguas abajo de Puerto Augusto, a lo largo de unos 800 m aparece una barranca predominantemente arenosa, constituida en la parte superior por arena limosa, con estratificación horizontal y 1 m de espesor. Presenta una capa de carbón de 8 a 12 cm de espesor medio, con restos de objetos de vidrio y metal y otros elementos de origen europeo. En ese nivel se encontró la parte superior de un envase de lata, posiblemente de nafta, que permitiría deducir que el estrato se depositó entre 1915 y 1940.

Por debajo hay un estrato arenoso de 1 m de espesor, con incipiente estructura columnar, lo que permite suponer que fue una superficie expuesta a los procesos pedogenéticos durante un tiempo considerable. Debajo sigue otro estrato arenoso, algo más potente. Los dos últimos, pertenecen a la Formación La Picada. En este sector la superficie de la llanura aluvial está en proceso de acreción por sedimentación de arena durante las crecientes. La última creciente fue particularmente importante; se observan cuerpos de arena de 2 a 3 m de ancho por 30 a 40 cm de longitud y 10 a 15 cm de altura, discontinuos, que reflejan una actividad de desborde de las aguas dentro del campo hidráulico de las óndulas. Aproximadamente 1 km aguas abajo de Puerto Augusto, se encuentra la embocadura de un paleocauce, con un largo proceso de colmatación, que sirve de vía de entrada a las aguas de desborde. En este lugar, los cuerpos de arena son mucho mayores, con 20 a 25 m de longitud, 10 a 15 m de ancho y 80 cm a 1 m de altura.

Entre la Vuelta de la Margarita y Puerto Algarrobo, ya en la desembocadura, se extiende otro tramo de aproximadamente 6 km, caracterizado por importantes afloramientos y claros indicios de actividad tectónica. En la Vuelta de la Margarita, la Formación Paraná aparece buzando con 20 a 30° de inclinación en discordancia angular por debajo de Ituzaingó. Está constituida por arcillas de color verde claro, con estratificación fina. Itu-

zaingó presenta un espesor de 5 m y está formada por arena cuarzosa fina en estratos delgados, planos y con laminación diagonal interna. Es de color ocre fuerte. Sobre ella, y en concordancia aparente, se encuentra la Formación Hernandarias, con 5 metros de espesor, compuesta por arcillas parcialmente laminadas, de color marrón rojizo, verdoso y gris. Entre ambos extremos del afloramiento se observa una diferencia de cota de aproximadamente 1 m en 400 m de extensión, marcando un basculamiento con hundimiento hacia el Norte.

Inmediatamente aguas abajo del afloramiento citado, se encuentra la desembocadura de un paleocauce que sufrió dos episodios de relleno. Uno de ellos, con estratificación curvada de ladera, está representado fundamentalmente por redepósitos de Ituzaingó, formación que aparece en contacto inmediato.

El segundo episodio, está representado por limos arenosos grises. Aguas abajo del paleocauce, la barranca continúa con la misma altura, pero allí el espesor aflorante de Ituzaingó es de unos 10 m con 1 m de Hernandarias superpuesto, lo que indica la presencia de una falla de 5 m de rechazo, que coincide con el paleocauce.

Un trecho más adelante aparece la Formación Arroyo Feliciano sobre Ituzaingó a 10 m de altura sobre la barranca, señalando la presencia de un bloque elevado. En la base de la barranca, se encuentra nuevamente a la Formación Paraná, en discordancia angular debajo de Ituzaingó, con buzamiento mayor a 30°.

#### REFERENCIAS

1. Iriondo, M.H. 1981. El Cuaternario de Entre Ríos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 11: 125–144.
2. Iriondo, M.H. 1984. Geomorfología de la cuenca inferior del río Salado como base para la investigación hidrológica. (p. 1205–1238). En: Hidrología de las Grandes Llanuras (M. C. Fuschini Mejía, Ed.) *CONAPHI – UNESCO*, Buenos Aires (1916 p.).