

GEOLOGÍA DE SANTA ELENA Y DE LA PIEDRA NEGRA, DEPARTAMENTO LA PAZ PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

M. Cecilia Casanova y Hugo G. Marengo



Margen oriental del río Paraná, Santa Elena.

ISSN 2718-8531

BUENOS AIRES | 2026

SERIE CONTRIBUCIONES TÉCNICAS - GEOLOGÍA REGIONAL N° 15

GEOLOGÍA DE SANTA ELENA Y DE LA PIEDRA NEGRA, DEPARTAMENTO LA PAZ, PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

M. Cecilia Casanova¹ y Hugo G. Marengo^{2†}

¹ Servicio Geológico Minero Argentino - Dirección de Geología

² Servicio Geológico Minero Argentino - Centro Mendoza

Supervisión: Gabriela Anselmi

Validación: Gabriela Anselmi y Ana Tedesco

Edición: Daniel Rastelli

ISSN 2718-8531

BUENOS AIRES 2026

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Dr. Julio Matteo Bruna Novillo
PRESIDENTE

DIRECCIÓN NACIONAL
DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Dr. Martín Ricardo Gozalvez

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA

Dra. Alicia Folguera

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Casanova, M.C., Marengo, H.G. 2026. Geología de Santa Elena y de la Piedra Negra, departamento La Paz, provincia de Entre Ríos. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas - Geología Regional N° 15, 22 pp. Buenos Aires.



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
1650 - San Martín - Buenos Aires - Argentina
Edificios 14 y 25 | (11) 5670-0100
www.segemar.gov.ar

ISSN 2718-8531
ES PROPIEDAD DEL SEGEMAR
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS	2
1.2. RED DE DRENAJE	6
1.3. CLIMA, SUELOS Y VEGETACIÓN	7
2. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA	10
2.1. LA PIEDRA NEGRA	15
2.2. ESTRUCTURA Y TECTÓNICA	18
3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA	20
4. CONSIDERACIONES FINALES	20
TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO	22

RESUMEN

La localidad de Santa Elena se localiza en el noreste de la provincia de Entre Ríos, en inmediaciones de la margen izquierda del río Paraná, en el departamento La Paz. La región forma parte de la cuenca Chacoparanense neógena y se encuentra sobre su flanco oriental. El relieve característico del área es el de suaves lomadas, de rumbo noreste, conocidas como “cuchillas”; en tanto que los cursos fluviales presentan similar orientación y discurren en dirección al río Paraná, colector principal. El arroyo Feliciano es el más importante del departamento La Paz, exhibe un fuerte control estructural evidenciado en el diseño del drenaje. Desde el punto de vista geomorfológico corresponde a planicies poligenéticas, donde los procesos dominantes son la erosión fluvial y la neotectónica. Las barrancas del río Paraná en la latitud de Santa Elena son acantiladas, superan los 50 m de altura y están conformadas por sedimentos neógeno-cuaternarios friables, de origen fluvial, palustre y eólico. Estas características propician fenómenos de deslizamiento y carcavamiento. En Santa Elena, la base de la barranca está constituida por acumulaciones de arenas fluviales medianas a finas, de unos 22 m de espesor. Cubiertas en relación de discordancia por 20 m de arcillas, con abundantes precipitados de carbonato de calcio y agregados de yeso de origen palustre. En cuanto a la sección superior de la barranca, está formada por sedimentos eólicos, sin estructura, de 6 a 8 m de potencia, que apoyan en discordancia sobre los anteriores.

A unos kilómetros al sur de la localidad de Santa Elena, en el cauce principal del río Paraná, a escasos metros de la costa, se halla un afloramiento subsumergido correspondiente a la sección intermedia arenosa de la Formación Paraná, de edad miocena mediatardía. Al presente, este afloramiento, conocido como Piedra Negra, es el que registra la menor latitud en que fue identificada esta unidad marina miocena, en el valle aluvial del río Paraná. Se caracteriza por ser un nivel arenoso muy coherente, de color ocre y portador de fósiles.

La Formación Paraná corresponde a la segunda transgresión marina atlántica que inundó gran parte de Argentina. El techo de la formación en Santa Elena, representado por su sección intermedia arenosa, registra cota de 8 m s. n. m.; en tanto que en la cota -25 m s. n. m. ocurre el pasaje a la facies inferior, la cual es arcillosa. La unidad alcanza 72 m de espesor y sobreyace a los depósitos continentales de la Formación Fray Bentos.

Palabras clave: Santa Elena, Piedra Negra, Formación Paraná.

ABSTRACT

The town of Santa Elena is located in the northeastern area of the province of Entre Ríos, near the left bank of the Paraná River, in the La Paz Department. The region is part of the Neogene Chacoparanense Basin, lying on its eastern flank.

The characteristic relief of the area consists of gentle hills trending northeast, known as “*cuchillas*”. The river courses in the area follow a similar orientation and flow toward the Paraná River, the main drainage collector. The Feliciano stream is the most important in the La Paz Department and exhibits strong structural control, evidenced by its drainage pattern. From a geomorphological standpoint, the area corresponds to polygenetic plains, where the dominant processes are fluvial erosion and neotectonics.

The bluffs of the Paraná River at the latitude of Santa Elena are cliffed, exceeding 50 meters in height, and are composed of friable Neogene-Quaternary sediments of fluvial, palustrine, and aeolian origin. These characteristics favor landslides and gully erosion. In Santa Elena, the base of the bluff consists of accumulations of medium to fine fluvial sands about 22 meters thick. These are unconformably overlain by 20 meters of clay, with abundant calcium carbonate precipitates and gypsum aggregates of palustrine origin. The upper section of the bluff is composed of structureless aeolian sediments, 6 to 8 meters thick, which lie unconformably above the previous layers.

A few kilometers south of Santa Elena, in the main channel of the Paraná River, just a short distance from the shore, a semi-submerged outcrop can be observed, corresponding to the intermediate sandy section of the Paraná Formation, of Middle to Late Miocene age. Currently, this outcrop, known as Piedra Negra, represents the southernmost latitude where the Miocene marine unit has been identified in the alluvial valley of the Paraná River. This outcrop is characterized as a very cohesive ochre-colored sandy level containing fossils.

The Paraná Formation corresponds to the second Atlantic marine transgression that flooded much of Argentina. The top of the formation in Santa Elena reaches an elevation of 8 meters above sea level, represented by its intermediate sandy section; while at -25 meters above sea level, there is a transition to the lower clayey facies. The formation reaches a thickness of 72 meters and lies above the continental deposits of the Fray Bentos Formation.

Keywords: Santa Elena, Piedra Negra, Paraná Formation.

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Santa Elena surgió como parte de una extensa explotación agropecuaria, con importante actividad en el procesamiento industrial de la carne vacuna y sus derivados. Esta actividad fue abandonada décadas atrás, por lo que la comunidad promueve muy activamente la industria turística, con énfasis en la pesca deportiva.

El municipio de Santa Elena fue creado a partir de la Ley n° 3554, en septiembre de 1949. Previamente, estos terrenos eran propiedad privada, destinados a la actividad ganadera y a reducidas explotaciones de yeso. La localidad se originó a partir de la creación de un saladero en 1871, en la margen izquierda del río Paraná. Hacia 1880, fue vendido y transformado en frigorífico, adquiriendo el nombre de Santa Elena (Fig. 1), en homenaje a la esposa del propietario Eduardo Kemerich, Elena Giebert.

En el presente, la actividad económica, ganadera y agrícola, se concentra en la región rural, siendo la bovina la principal y, en menor proporción, la caprina y ovina. En la agricultura extensiva se destaca el cultivo de soja y sorgo. La actividad pesquera es fundamental para la economía local como para la tradición cultural. La actividad turística ofrece balnearios destinados al descanso y recreación, fiestas populares, el carnaval local, pesca deportiva, y visita a sitios históricos, entre otras (Figs. 2 y 3), recibiendo unos 80.000 turistas por temporada.

1.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS

La ciudad de Santa Elena se ubica en el noroeste de la provincia de Entre Ríos, en el departamento La Paz, sobre la costa izquierda del río Paraná, a unos 150 km al norte de la ciudad de Paraná, y a 25 km al sur de la capital departamental (Fig. 4).

La ciudad está emplazada a unos 40 m por encima del nivel normal del río Paraná, sobre el terreno suavemente ondulado característico de la región. Abarca unas 8925 ha y su acceso principal es desde la ruta nacional 12. La zona costera ocupa un ancho variable, entre 50 y 250 m, y se reserva principalmente a actividades recreativas. En esta zona se producen frecuentes deslizamientos y caídas de roca, observándose un veloz retroceso del margen de la barranca hacia el este, la cual está formada en su totalidad por depósitos sedimentarios pliocenos y cuaternarios muy friables.

Las cotas topográficas máximas en la región registran de 70 a 80 m s. n. m., y corresponden a colinas de rumbo noreste. El arroyo Feliciano, se dispone al sureste de la localidad, con igual orientación. La cota promedio de la localidad es de 52 m s. n. m., alcanzando en el sector central urbanizado los 70 metros sobre el nivel del mar. La margen izquierda del río Paraná está constituida por una barranca acantilada, de unos 50 m de altura, que disminuye progresivamente en dirección sur, hasta desaparecer al sur de la



Figura 1. Frigorífico de Santa Elena (fuente: Portal del Litoral Argentino 2025).



Figura 2. Frigorífico de Santa Elena, en el presente constituye un sitio histórico (fuente: Portal Turístico Provincial 2025).



Figura 3. Paseo de la Olla, cuesta de Solano a 15 cuadras del centro de la ciudad (fuente: Portal Turístico Provincial 2025).

laguna La Blanca, localizada a unos 12 km al norte de la población costera de Piedras Blancas.

En el departamento La Paz se diferenciaron 6 unidades fisiográficas (INTA 1990, Fig. 5). La unidad Llanuras y valles aluviales y terrazas arenosas, localizada en el sector norte, corresponde a un área deprimida conformada por depósitos limo arcillosos y loessoides; posiblemente, la región constituyó una antigua llanura aluvial del río Corrientes. En parte se encuentra anegada como resultado de un drenaje

deficiente. Los sectores inundados están rodeados por suelos arenosos algo más elevados. En gran parte, la unidad conserva sus características naturales. El uso más común es el pastoreo estacional, con ganadería extensiva.

La unidad Planicies onduladas desarrollada sobre limos calcáreos se distribuye por el centro y oeste del departamento La Paz. Se caracteriza por presentar pendientes de bajo gradiente, con una superficie ondulada a suavemente ondulada. El uso común es

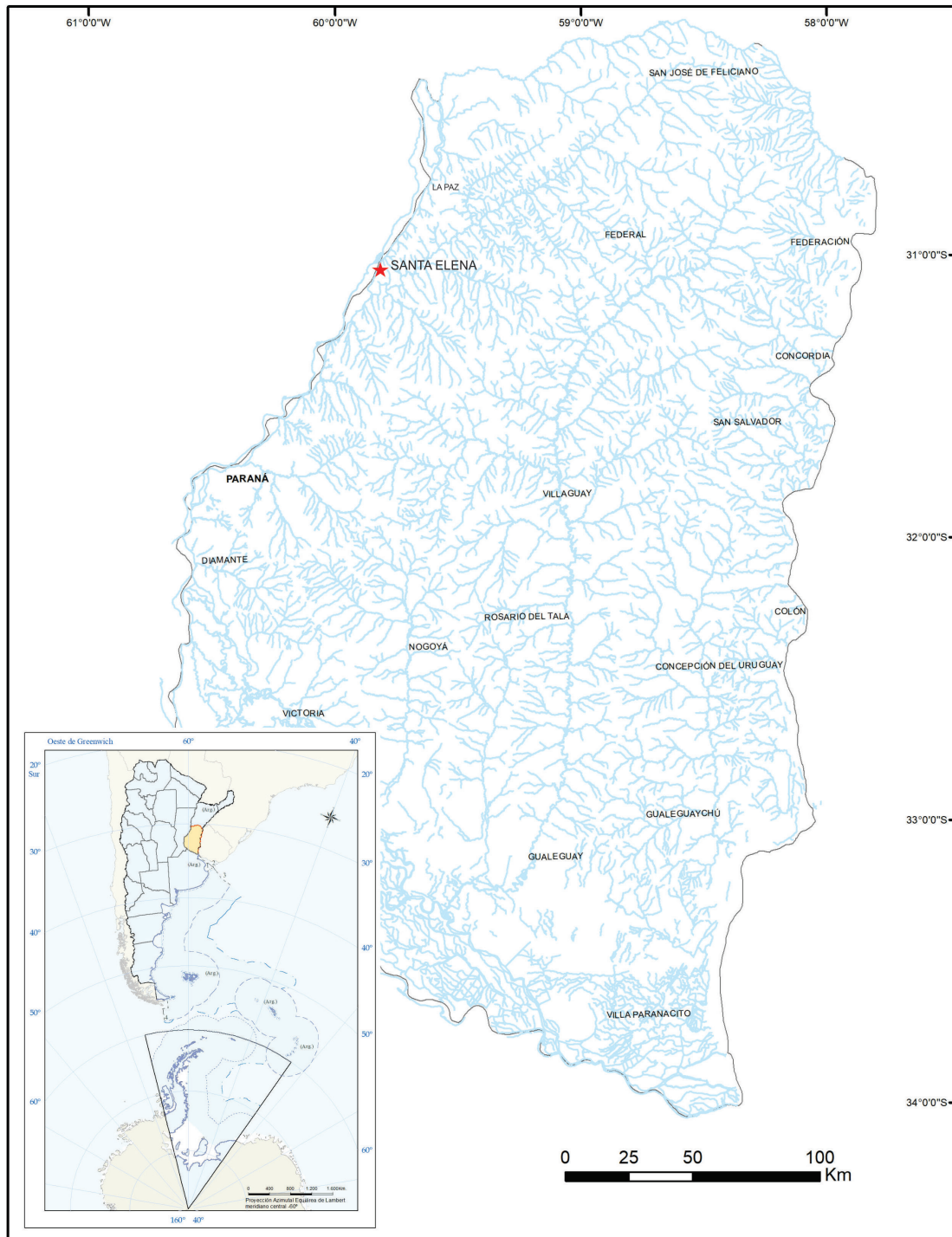


Figura 4. Mapa de ubicación de la localidad de Santa Elena, Entre Ríos.

la ganadería de cría de vacunos y ovinos, en menor medida cultivos debido al dominio del monte natural.

La unidad Cuchillas corresponde a extensas superficies, muy suavemente onduladas, casi planas, con una red de avenamiento escasamente desarrollada. Estas se localizan en el noreste, este, sureste y sur del área considerada. La unidad representa amplias divisorias de agua, que se desarrollan sobre sedimentos arcillosos palustres, limos calcáreos y loess. Es común la presencia de hormigueros de gran

tamaño. El uso principal es la ganadería extensiva y la producción agrícola es marginal.

La unidad fisiográfica Planicies onduladas sobre loess presenta forma de faja elongada irregular, de ancho variable, extendiéndose en el norte, desde inmediaciones de la localidad de La Paz hasta el sur de Santa Elena y el curso inferior del arroyo Feliciano. Está formada por sedimentos lacustres, acumulaciones de loess y limos loessoides, cuyo espesor es mayor en comparación con la unidad previamente descrita,

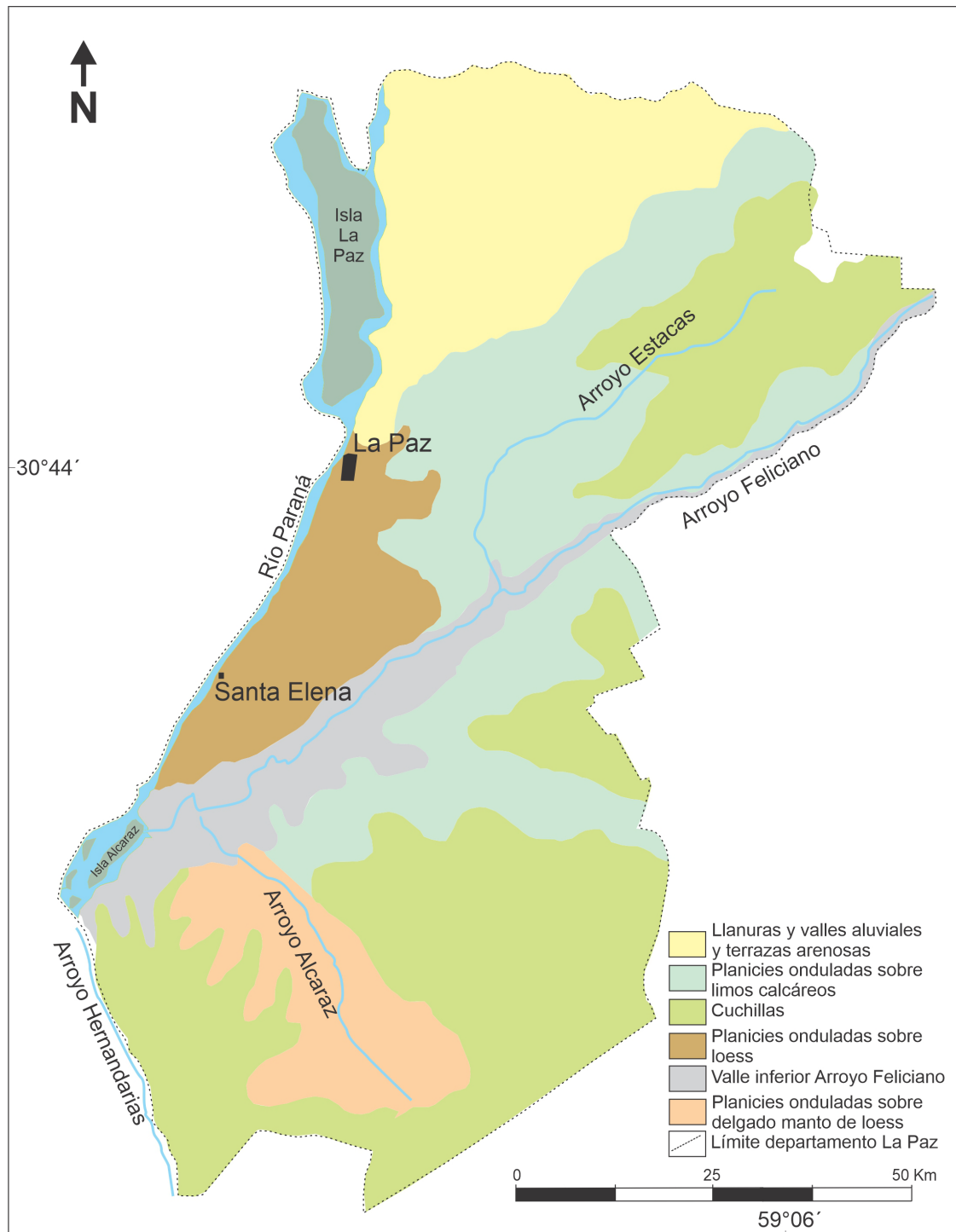


Figura 5. Unidades fisiográficas del departamento La Paz, Entre Ríos (modificado de INTA 1990).

y decrece hacia el oriente. El sector occidental de la unidad posee un paisaje caracterizado por importantes procesos erosivos, que originaron cárcavas en las inmediaciones del río Paraná. En tanto que, en el sector oriental, los procesos erosivos son de menor magnitud. El uso es agrícola y ganadero.

La unidad Valle inferior del arroyo Feliciano posee forma de faja alargada de 4 a 10 km de ancho, y abarca la cuenca del arroyo. Corresponde a una llanura aluvial constituida por depósitos arcillosos,

limos loessoides, arenas fluviales y eólicas. Los procesos erosivos se ven favorecidos por las modificaciones introducidas en el valle aluvial del Feliciano, a partir de actividades agrícolas y ganaderas.

La unidad Planicies onduladas sobre delgado manto de loess se localiza en el sector centro sur del departamento La Paz, y abarca la cuenca del arroyo Alcaraz. Corresponde a un paisaje suavemente ondulado con pendientes tendidas, y está constituida por loess y limos retransportados, siendo escaso el

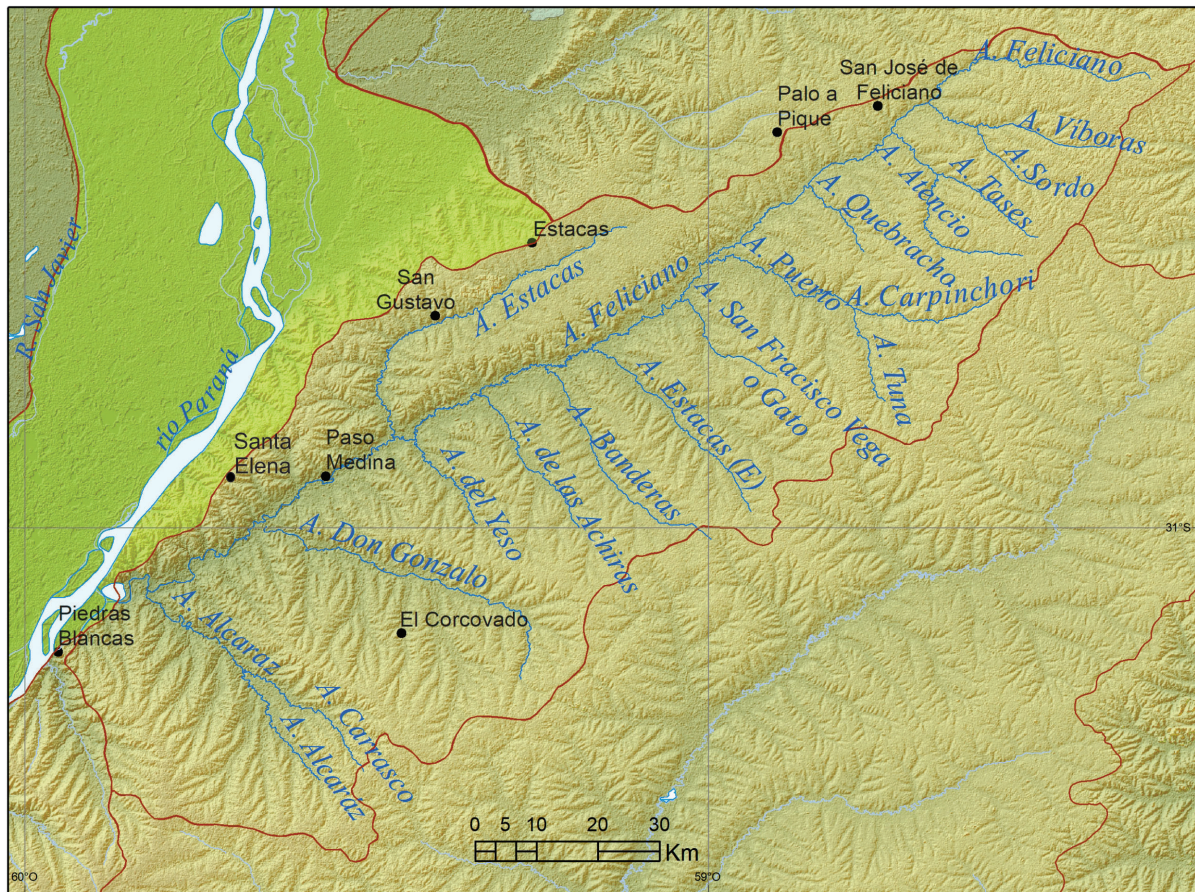


Figura 6. Cuenca del arroyo Feliciano, noroeste de Entre Ríos (Casanova 2024).

contenido de arena. El uso más común es en actividades agrícolas y ganaderas en los sectores donde se realizó el desmonte, o en ganadería extensiva, en áreas de monte natural.

1.2. RED DE DRENAJE

El río Paraná, colector principal, a la latitud de Santa Elena, en su tramo medio alcanza un ancho de valle de 23,70 km. El cauce principal se encuentra recostado sobre la margen entrerriana, con un ancho promedio de 3,40 kilómetros (Casanova 2024). El curso tributario más importante es el arroyo Feliciano (Fig. 6). Este posee una cuenca elongada en sentido noreste a suroeste, y las nacientes se hallan en inmediaciones de la localidad de San José de Feliciano. El patrón de cauce es meandriforme a regular, está encajado en su planicie de inundación, y discurre por un valle recto de 150 kilómetros. Recibe once tributarios de primer orden por su margen izquierda y solo uno por la derecha, el arroyo Estacas.

Este último escurre paralelo al arroyo Feliciano por más de 40 km, a una distancia de unos 12 km promedio, previo a desaguar en él, aproximadamente en ángulo recto. Está marcada asimetría de la red de avenamiento sugiere controles estructurales profun-

dos (Tujchneider y Fili 1988).

Las redes de drenaje del oeste correntino y noroeste entrerriano presentan dirección de escurrimiento general noreste a suroeste. Los cursos fluviales se disponen aproximadamente paralelos entre sí y poseen escasa jerarquización debido a un marcado control estructural, como se observa en los ríos correntinos Empedrado, Ambrosio, Santa Lucía y en el arroyo Feliciano, en Entre Ríos. Al sur del arroyo Feliciano, los tributarios entrerrianos del río Paraná cambian el sentido de escurrimiento. En las desembocaduras de estos tributarios del Paraná Medio se observan tramos que no siguen la pendiente regional. El tramo final del arroyo Feliciano, al norte de la localidad de Piedras Blancas, presenta dos segmentos de orientación norte-sur, uno con sentido de escurrimiento al norte y el otro al sur, ambos aproximadamente perpendiculares al sentido de escurrimiento general del arroyo. Por otra parte, en el tramo final del Feliciano se localiza la laguna La Blanca. Marengo (2008) y Casanova (2024) relacionaron las lagunas mayores desarrolladas en cercanías o en la planicie de inundación del río Paraná Medio, como Setúbal, El Capón, Coronda, del Pescado, La Blanca, entre otras, con fallas que controlan el valle aluvial del río Paraná.

La cuenca del río Gualeguay, si bien se halla fuera de este estudio, drena la región central de la provincia de Entre Ríos. Cubre una superficie de 20.000 km² y es de forma elongada en sentido nortesur. El río Gualeguay recorre unos 400 km hasta su desembocadura y nace a una altitud de 75 metros sobre el nivel del mar. En su sección superior posee sentido de escurrimiento de noreste a suroeste, hasta la latitud de Sauce de Luna, y es aproximadamente paralelo al cauce del arroyo Feliciano. Aguas abajo, el río adquiere un marcado sentido de escurrimiento norte a sur. En el curso final, entre la ciudad de Gualeguay y la desembocadura en el

Paraná Pavón, la pendiente es reducida (Casanova 2024). Al oeste de la cuenca del Gualeguay se halla la subcuenca del arroyo Clé, cuyo cauce corre paralelo al anterior.

1.3. CLIMA, SUELOS Y VEGETACIÓN

La provincia de Entre Ríos presenta dos regiones climáticas pertenecientes al dominio Atlántico. El extremo norte corresponde al clima subtropical húmedo sin estación seca, en tanto que, en el resto del territorio, el clima es templado húmedo sin estación seca (Fig. 7). La región en la que se encuentra Santa

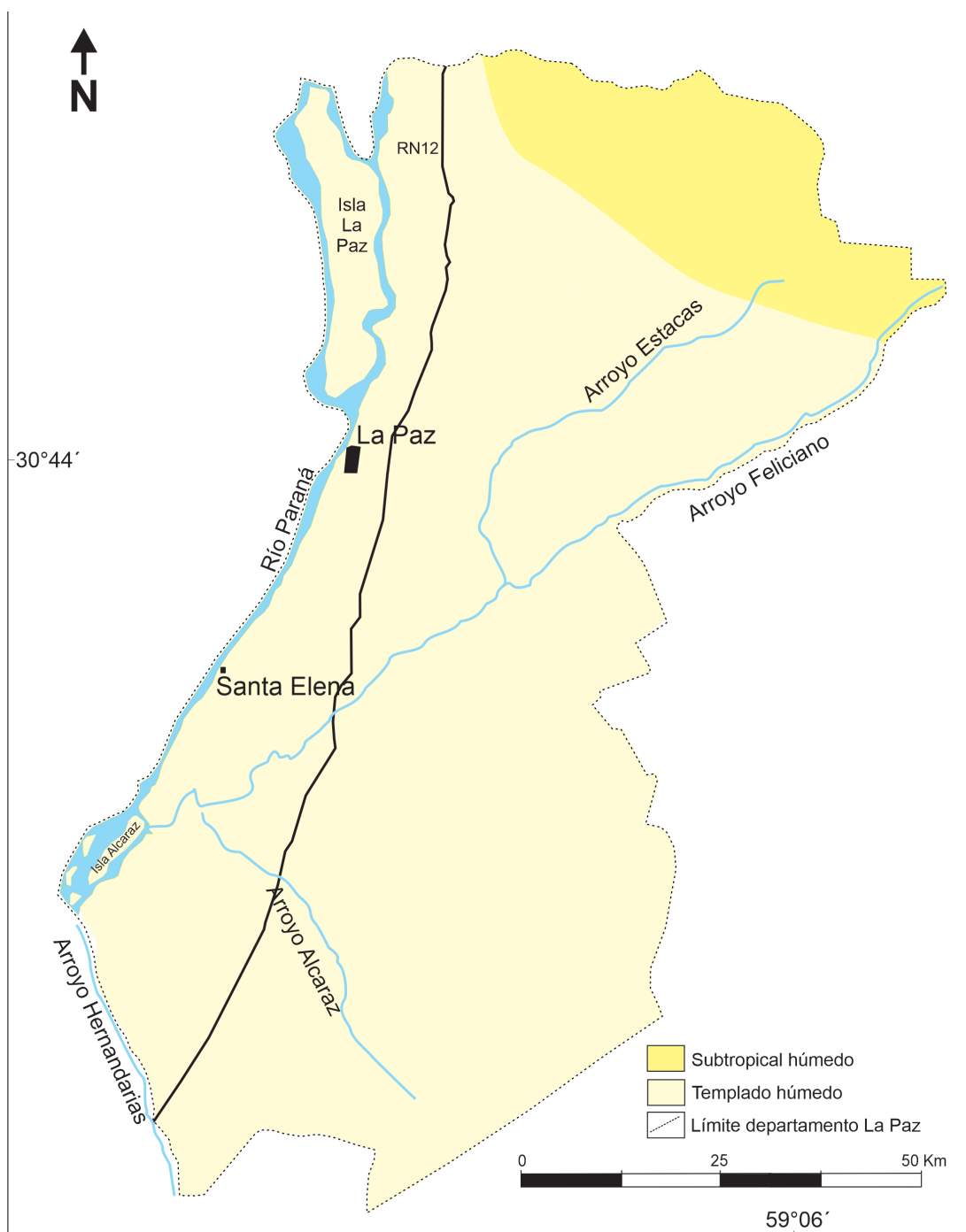


Figura 7. Regiones climáticas de la provincia de Entre Ríos (modificado de INTA 1990).

Elena está comprendida en la segunda clasificación. Esta se caracteriza por temperaturas medias anuales con un valor medio superior a los 18-19° C, las que disminuyen en dirección sur. La temperatura media del mes más cálido, enero, es de 26,3° C y la del mes más frío, julio, es de 13,2° C. Estos valores disminuyen en 1° C en dirección sur, en el departamento La Paz. Las temperaturas máximas y mínimas se hallan en torno a los 45 y 5° C, respectivamente.

Las precipitaciones varían entre 1.000 a 1.400 mm anuales, decreciendo progresivamente de noreste a suroeste. En el extremo norte y noreste provincial las precipitaciones superan los 1.300 mm al año. Durante los meses de octubre a abril se produce el 73 % de la precipitación anual (Tasi 2009); en tanto que, de junio a septiembre, las mayores precipitaciones ocurren en el oriente y las menores en el occidente de la provincia, invirtiéndose estas condiciones durante los meses de verano.

En la provincia de Entre Ríos se identificaron cinco órdenes de suelos, entre los cuales el orden Vertisol es el predominante. Continúan en importancia los órdenes Molisol, Alfisol y Entisol, en tanto que la distribución de los Inceptisoles es restringida. El 70 % de la superficie de la provincia corresponde a Vertisoles y Molisoles y Alfisoles asociados. Estos suelos se caracterizan por presentar baja infiltración, lo que, sumado a los rasgos topográficos y a pendientes de entre 1 a 4 %, favorece procesos de degradación, en particular, erosión hídrica (Scotta *et al.* 1989).

El orden Vertisol cubre aproximadamente un 34 % de la superficie de la provincia de Entre Ríos. Se distribuye en los departamentos Feliciano, La Paz, Federación, Federal, Tala, Concepción del Uruguay, Concordia, Colón, Nogoyá, Villaguay, Gualaguaychú y Gualaguay (PNUD 1990). Los Molisoles cubren un 20 % del territorio provincial, en los departamentos La Paz, Paraná, Diamante, Victoria, Nogoyá y Gualaguay; en tanto que el 11 % corresponde a Alfisoles, dispuestos en áreas planas a muy suavemente onduladas, en parte de los departamentos Feliciano, La Paz, Federal, Tala, Paraná y Villaguay. El 8 % del territorio entrerriano está ocupado por Entisoles, presentes en los departamentos Federación, Concordia, Colón y Concepción del Uruguay. Son comunes en las desembocaduras de los arroyos Feliciano y Las Conchas, así como en el interior del valle de los arroyos Clé y Nogoyá, y de los ríos Gualaguay y Gualaguaychú. La superficie de distribución de los Inceptisoles es muy reducida; se hallan en sectores de los valles inundables de

varios ríos principales y arroyos, como también en el delta del río Paraná.

En el departamento La Paz se reconocieron cinco órdenes de suelos (INTA 1990): Molisoles, Vertisoles, Alfisoles, Entisoles e Inceptisoles (Fig. 8). Los Molisoles, suelos negros o pardos debido a la incorporación de materia orgánica, son representativos en los pastizales de Mesopotamia. En el departamento La Paz se desarrollan sobre materiales retransportados y se integran con los Vertisoles. Otros han recibido aportes de material coluvio-aluvial y presentan drenaje deficiente y adquieren características hidromórficas. Luego de lluvias importantes, pueden presentar encharcamiento o incluso anegamiento.

Los Vertisoles son suelos con alto contenido de arcilla expandible, que origina endurecimiento y agrietamiento en períodos secos, y expansión en los húmedos. Son característicos del oriente entrerriano. En el área de La Paz se caracterizan por estar desarrollados sobre acumulaciones lacustres, principalmente limos calcáreos con elevado contenido de arcillas montmorilloníticas y presencia de carbonatos. El alto contenido de arcilla les confiere una gran movilidad debido a la variación de volumen entre su estado húmedo y seco. La capacidad de infiltración, sumada a la intensidad de las lluvias durante el verano y otoño, resulta en que gran parte del agua escurra superficialmente.

Los Alfisoles se caracterizan por bajo contenido de materia orgánica, un horizonte subsuperficial enriquecido en arcillas y un drenaje deficiente; en consecuencia, permanecen saturados con agua durante períodos prolongados. En el área de La Paz, los Alfisoles están integrados con Vertisoles y, en menor grado, con Molisoles. Son suelos imperfectamente drenados, de permeabilidad lenta, lo que resulta en el estancamiento de agua por períodos prolongados. Se localizan en áreas elevadas, planas a muy suavemente onduladas, sin red de drenaje definida o sin drenaje. Otra característica del orden es la presencia de grandes hormigueros, que pueden superar los 5 m de diámetro.

El orden Entisoles agrupa suelos que no poseen horizontes genéticos naturales. Su escaso desarrollo se debe, principalmente, al poco tiempo transcurrido desde la acumulación de los materiales parentales. En general presentan un horizonte superficial de escaso espesor y carecen de materia orgánica. En el departamento La Paz, no representados en la figura 8 debido a su reducida superficie, se caracterizan por el escaso desarrollo, posiblemente a que están

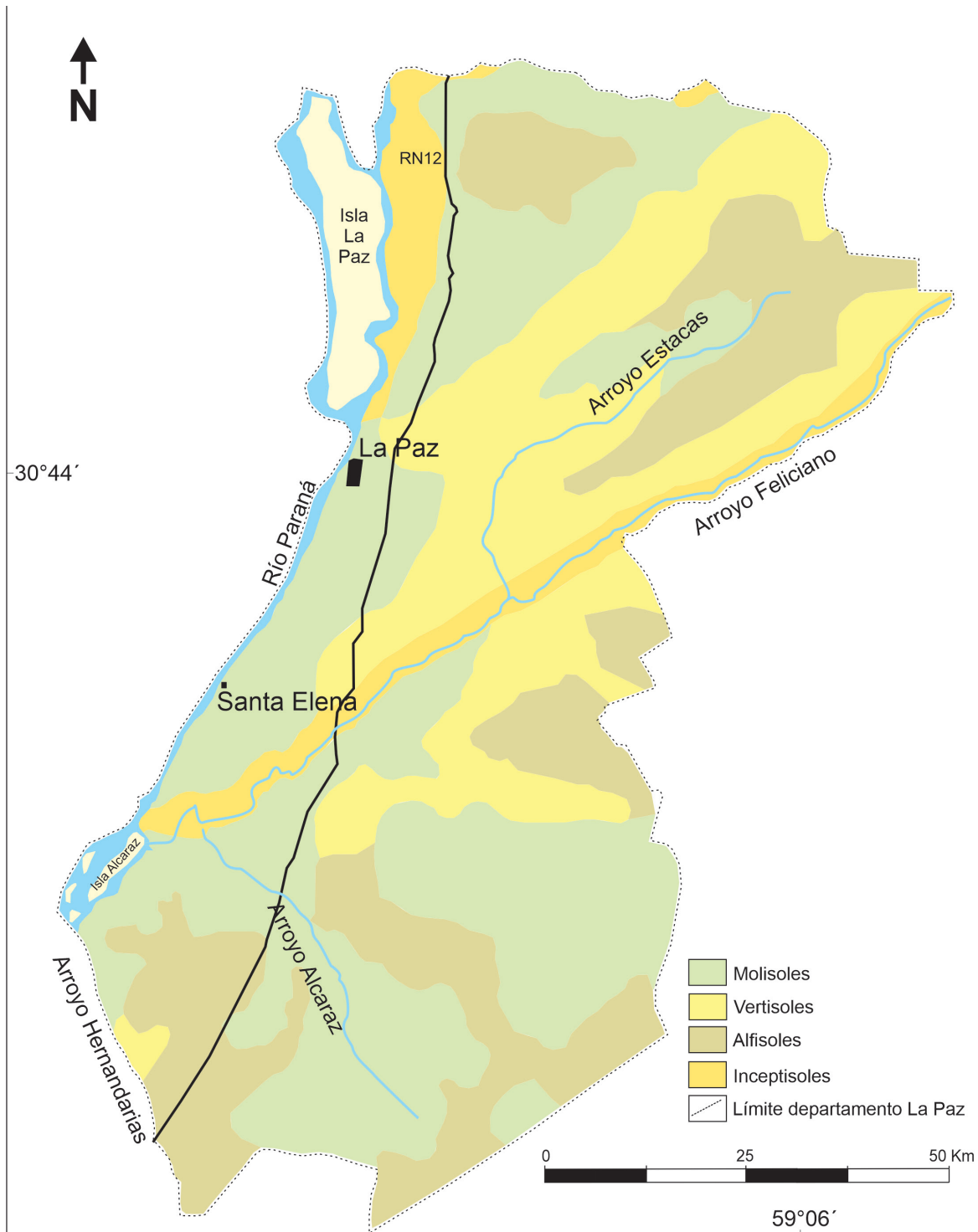


Figura 8. Órdenes de suelo del departamento La Paz, Entre Ríos (modificado INTA 1990).

formados por aluvio muy reciente y por el tipo de material parental que impide el desarrollo de los horizontes de suelo (INTA 1990). Estos suelos se originan sobre acumulaciones arcillosas lacustres y depósitos arenosos aluviales redepositados. Se localizan en las cercanías del río Paraná, en el norte del departamento La Paz, rodeando los bajos del Yacaré, y en inmediaciones de las desembocaduras

de los arroyos Feliciano y Hemandarias, tributarios del Paraná. Son suelos moderadamente bien drenados a algo excesivamente drenados, donde el escurrimiento superficial y la permeabilidad son moderados a rápidos en el sector superior, pero lentos en profundidad.

Los Inceptisoles se caracterizan por ser suelos inmaduros, con escasa expresión morfológica, de

color pardo y ricos en materia orgánica. Si bien no presentan caracteres diagnósticos de otros órdenes, han alcanzado a desarrollar horizontes como el A, B y C, a diferencia de los Entisoles. En el área de interés, son típicos de ambas márgenes de arroyos y ríos, como el arroyo Feliciano. Se caracterizan por ser alcalinos, con escasa materia orgánica, imperfectamente drenados, lo que favorece que sean inundables por las crecidas de ríos y arroyos.

En el área de Santa Elena, sector occidental y sur del departamento La Paz, predominan los Molisoles asociados a Alfisoles; en tanto que en el sector noreste del departamento La Paz dominan los Vertisoles y Alfisoles. El grado de erosión hídrica en la región de Santa Elena es de leve a moderado.

El sector noroeste de la provincia de Entre Ríos está comprendido en la provincia fitogeográfica Espinal, perteneciente al dominio Chaqueño (Cabrera 1976). Esta se caracteriza por la presencia de bosques semixerófilos, en los que prevalecen el ñandubay (*Prosopis affinis*), el espinillo (*Vachellia caven*) y el algarrobo negro (*Prosopis nigra*). Además, se observa un estrato herbáceo representado por pastizales dominados por especies de la familia de Poáceas, que constituyen el recurso principal para actividades ganaderas. Por otra parte, se desarrollan llanuras caracterizadas por un estrato herbáceo y uno arbóreo de muy baja densidad.

En el departamento La Paz se reconocen dos ambientes definidos: el monte semixerófilo, compuesto por algarrobo, espinillo y ñandubay; y los montes ribereños, aledaños a los cursos fluviales, con abundancia de especies higrófilas, lianas, epífitas y helechos. Entre los antes descritos se desarrollan ambientes intermedios, como extensos pajonales inundables durante gran parte del año, con isletas de monte conformadas por especies higrófilas. La vegetación típica es el monte semixerófilo, con un estrato arbustivo y otro herbáceo, que ha sido talado en parte por la expansión de diversos cultivos y, además, por la extracción de madera de las especies *Proposis*. La región es parte de la zona cerealera de menor producción y de la oleaginosa de producción media; además, se cultivan arroz y algodón, en particular en el sector norte del departamento. En las márgenes de los cursos de agua se desarrollan bosques ribereños, que incluyen especies arbóreas higrófilas y pasturas típicas, diferentes a las presentes en el norte semixerófilo. Las características climáticas propician la abundancia de gramíneas megatérmicas, muchas de gran porte.

2. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

La región formó parte del sector suroeste de la cuenca de Paraná. Según la información disponible, la Mesopotamia habría sido un área elevada sin registro sedimentario durante el Cámbrico a Devónico (Padula y Mígramm 1968). Las primeras acumulaciones corresponderían al Carbonífero-Pérmico. La cuenca de Paraná se compartimentó a partir del ascenso de la dorsal Asunción-Río Grande, originándose al suroeste de esta dorsal la cuenca Chacoparanense mesozoica, en territorio argentino, conformada por varios depocentros aislados. A fines del Paleógeno e inicios del Neógeno, como resultado de esfuerzos compresivos, se originó la cuenca Chacoparanense neógena en el centro y este de Argentina (Marengo 2015, Casanova 2024).

Las acumulaciones sedimentarias apoyan sobre el basamento cristalino precámbrico, localizado por debajo de los -1.300 m s. n. m. en las inmediaciones de Gualeguay, Entre Ríos. El relleno carbonífero-pérmico está representado por las formaciones Sachayoj (Carbonífero tardío), Charata (Carbonífero tardío) y Chacabuco (Pérmico temprano), y está constituido por sedimentos clásticos continentales y marinos. Hacia fines del Paleozoico e inicios del Mesozoico, asociadas a un clima cálido y desértico, se acumularon las formaciones Buena Vista (Pérmico Tardío-Triásico) y Botucatú (Triásico Tardío-Jurásico Temprano). Estas rocas fueron cubiertas por basaltos cretácicos tempranos de la Formación Serra Geral, que afloran o se hallan a escasa profundidad en la zona costera del río Uruguay, desde el límite con la provincia de Corrientes hasta la localidad de Concordia. En el noroeste entrerriano, estas rocas se disponen por debajo de los -620 m s. n. m. en Estacas, y en el sur, en Villa General Ramírez y Gualeguay, a -1189 m s. n. m., donde apoyan sobre el basamento cristalino. Durante el lapso Cretácico Tardío a inicios del Paleógeno, se produjeron acumulaciones restringidas de areniscas fluviales y eólicas, conocidas como Formación Puerto Yerúa. Luego de un período erosivo, se depositaron sedimentos continentales y marinos, conocidos como Grupo Litoral. Este incluye dos niveles marinos, formaciones Laguna Paiva y Paraná, y tres miembros de la Formación Chaco, equivalente a la Formación Fray Bentos.

Geología del departamento La Paz y área de Santa Elena

La cubierta superficial del área de La Paz está constituida por unidades de edad cuaternaria, a excepción del afloramiento conocido como Piedra Negra, de edad neógena. Según datos de la perforación Santa Elena 3, la secuencia está integrada por las formaciones Fray Bentos (Oligoceno tardío-Mioceno Temprano), Paraná (Mioceno Medio-Tardío), Ituzaingó (Mioceno Tardío?-Plioceno), Hernandarias (Pleistoceno Temprano) y Tezanos Pinto (Pleistoceno Tardío-Holoceno) (Fig. 9). Por último, se reconocen acumulaciones eólicas y fluviales del Holoceno Tardío.

La Formación Fray Bentos corresponde a depósitos limo arenosos, con abundante material calcáreo, formados en un ambiente continental semiárido, con importante aporte de cenizas volcánicas por vientos desde el oeste. Predominan los colores rosados a pardo rosado, con sectores blancos y rojizos. Se distribuye en el subsuelo del oeste de Entre Ríos y aflora en el oriente, en el tramo norte sobre la costa del río Uruguay. En este caso, se trata de la sección superior de la Formación Fray Bentos, equivalente al Miembro San Francisco de la Formación Chaco, que según Marengo (2015) tiene una edad de entre 20 y 15 millones de años. Se correlaciona con la formación homónima de Uruguay, con similar litología, y es equivalente a la Formación Olivos (Groeber 1961), del norte de la provincia de Buenos Aires.

La Formación Paraná está constituida por depósitos generados por un inmenso mar epicontinental -el mar Paranense- de clima subtropical, que ingresó desde el norte de la provincia de Buenos Aires, e inundó la región Litoral, alcanzando el sur del Paraguay y Bolivia. En la Mesopotamia, cubrió una faja norte-sur, de unos 70 km de ancho, paralela al tramo medio del río Paraná, en el oeste de las provincias de Corrientes y Entre Ríos. Este mar depositó una abundante y variada fauna de fósiles, entre los que se destacan moluscos, foraminíferos, ostrácodos, peces y briozoarios. La edad de la formación se pudo precisar mediante micropaleontología, entre los 15 y 9,5 millones de años. Algunos de los moluscos característicos pueden observarse en el islote conocido como Piedra Negra o Piedra Mora (Fig. 10). La formación presenta variaciones faciales, su sector inferior es más arcilloso y de color verde oliva; en el sector intermedio predominan las arenas, de colores verde oliva, verde amarillento, hasta verde muy claro, aunque superficialmente pueden estar bastante alteradas a castaño o a amarillo oscuro.

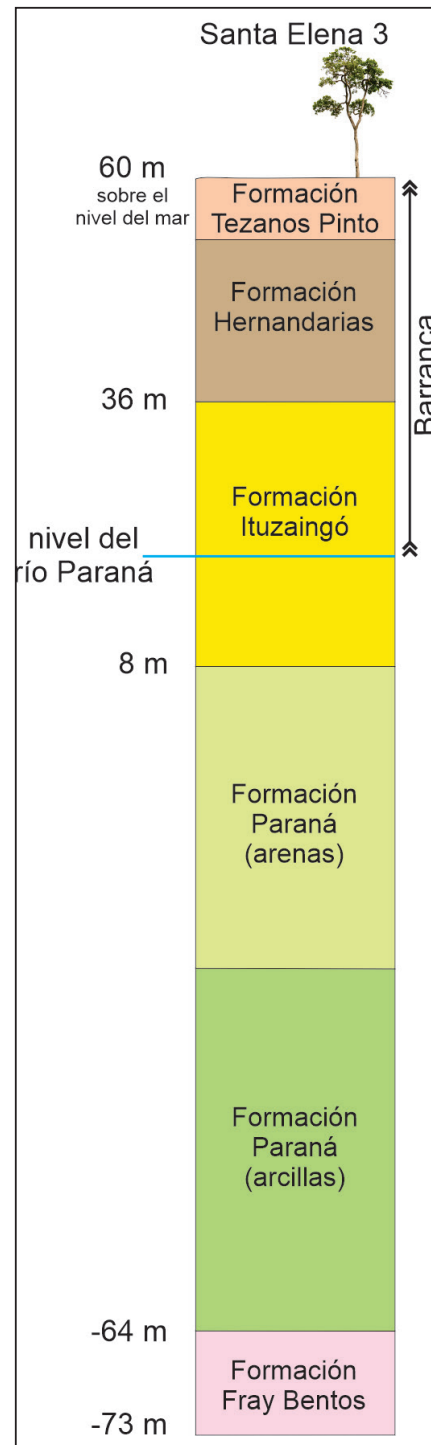


Figura 9. Perfil esquemático de la perforación Santa Elena 3, Entre Ríos.

Luego del retiro del mar paranense comenzó a formarse el sistema fluvial del río Paraná, ocupando diferentes sectores entre el oeste de la Mesopotamia y el oriente de Chaco y Santa Fe, pero siempre mantuvo un rumbo aproximado norte-sur. Los depósitos de este antiguo Paraná son conocidos, en las provincias de Entre Ríos y Corrientes, como Formación Ituzaingó. Están formados principalmente por arenas poco consolidadas, aunque espo-

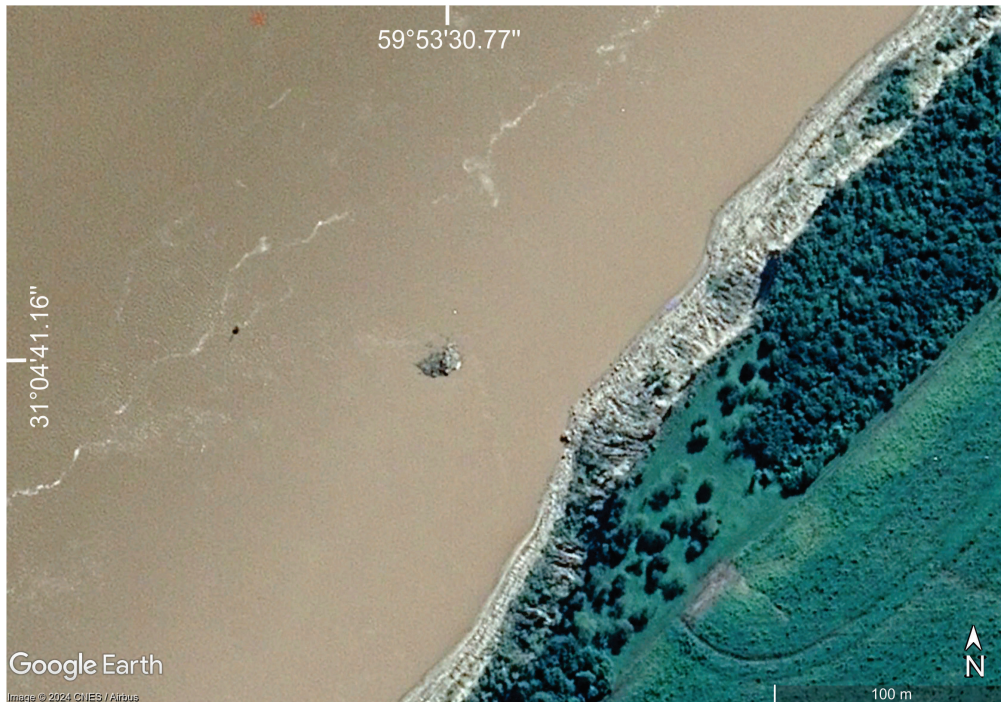


Figura 10. Ubicación de la Piedra Negra, al sur de Santa Elena (imagen Google Earth).

rádicamente pueden ser duras; en esos casos, son denominadas localmente “asperón”. Tienen tonos amarillos predominantes, con zonas de color ocre, por el abundante contenido de óxidos de hierro; algunos niveles son muy claros, hasta blancos. Los afloramientos más representativos se encuentran en las barrancas del río Paraná, desde la localidad de Ituzaiingó, en Corrientes, hasta el norte de la ciudad de Paraná, en Entre Ríos. Aunque la formación posee un importante contenido de troncos fósiles silicificados, no se conoce con exactitud su edad. En opinión de Ramonell *et al.* (2011) e Iriondo (2005), el paleo Paraná se habría originado hace 7

a 5 Ma; y se estima que se habría depositado entre fines del Mioceno Tardío y el inicio del Plioceno, e incluso a principios del Pleistoceno. Según los datos de perforaciones, algo menos de la mitad de esta formación se encuentra bajo la superficie actual del río Paraná, y el resto puede observarse en la base de las barrancas de la zona (Figs. 11, 12 y 13).

En subsuelo la Formación Ituzaiingó fue localizada en el oeste de Corrientes y Entre Ríos. En cuanto a su techo fue erosionado y cubierto por sedimentos continentales de las formaciones Toropí-Yupoí y sus equivalentes, las formaciones Hernandarias y Puerto Alvear, así como por sedimentos loésicos

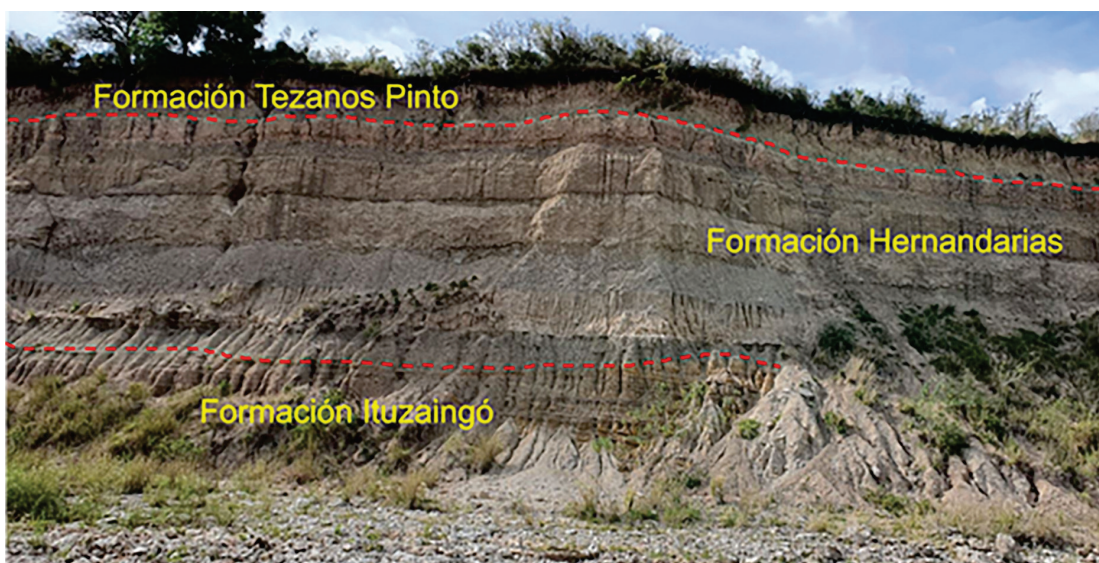


Figura 11. Barranca entre Santa Elena y la Piedra Negra.



Figura 12. Tronco fósil procedente de la Formación Ituzaingó, removido por la erosión y depositado en la costa. Longitud aproximada 1,5 metros.



Figura 13. En la barranca del río Paraná se observa muy claramente la estratificación entrecruzada de los sistemas fluviales de la Formación Ituzaingó.

de la Formación Tezanos Pinto o por depósitos del Holoceno (Fig. 14).

La Formación Hernandarias está compuesta de limos, arena y arcillas de colores variables, con predominio de grises verdosos a rojizos, dispuestos en capas horizontales. No se cuenta con elementos objetivos, como fósiles y dataciones absolutas, para establecer con precisión la edad de estos sedimentos. Según el contexto y la relación con otros depósitos similares, se habría depositado entre el Pleistoceno Temprano y el Pleistoceno Tardío. Ambientalmente, estos sedimentos corresponden a antiguos depósitos de bañados, lagunas y ríos que ocupaban gran parte de la superficie de Entre Ríos, cuando este territorio estaba mucho más deprimido que en la actualidad, a una altura similar a la del valle del río Paraná. El material es muy suelto y posee un abundante conte-

nido de arcillas expansibles (esmeclitas), por lo que la alternancia de períodos secos y húmedos genera diferencias de volumen que producen numerosas grietas y deformaciones de escasa magnitud en el suelo. En parte, este comportamiento es responsable de la inestabilidad de las barrancas. Esta formación aflora en la barranca izquierda del río Paraná, desde el noroeste de Entre Ríos hasta la ciudad de Paraná, se extiende por gran parte de la provincia y alcanza, también, el sureste de Corrientes.

Los depósitos loésicos del Pleistoceno Tardío-Holoceno Temprano fueron denominados genéricamente como "bonaerense", "cordobense" o Formación Tezanos Pinto. El material fue depositado durante el Último Máximo Glacial, por vientos procedentes del oeste, durante períodos áridos asociados con las glaciaciones. La Formación Tezanos

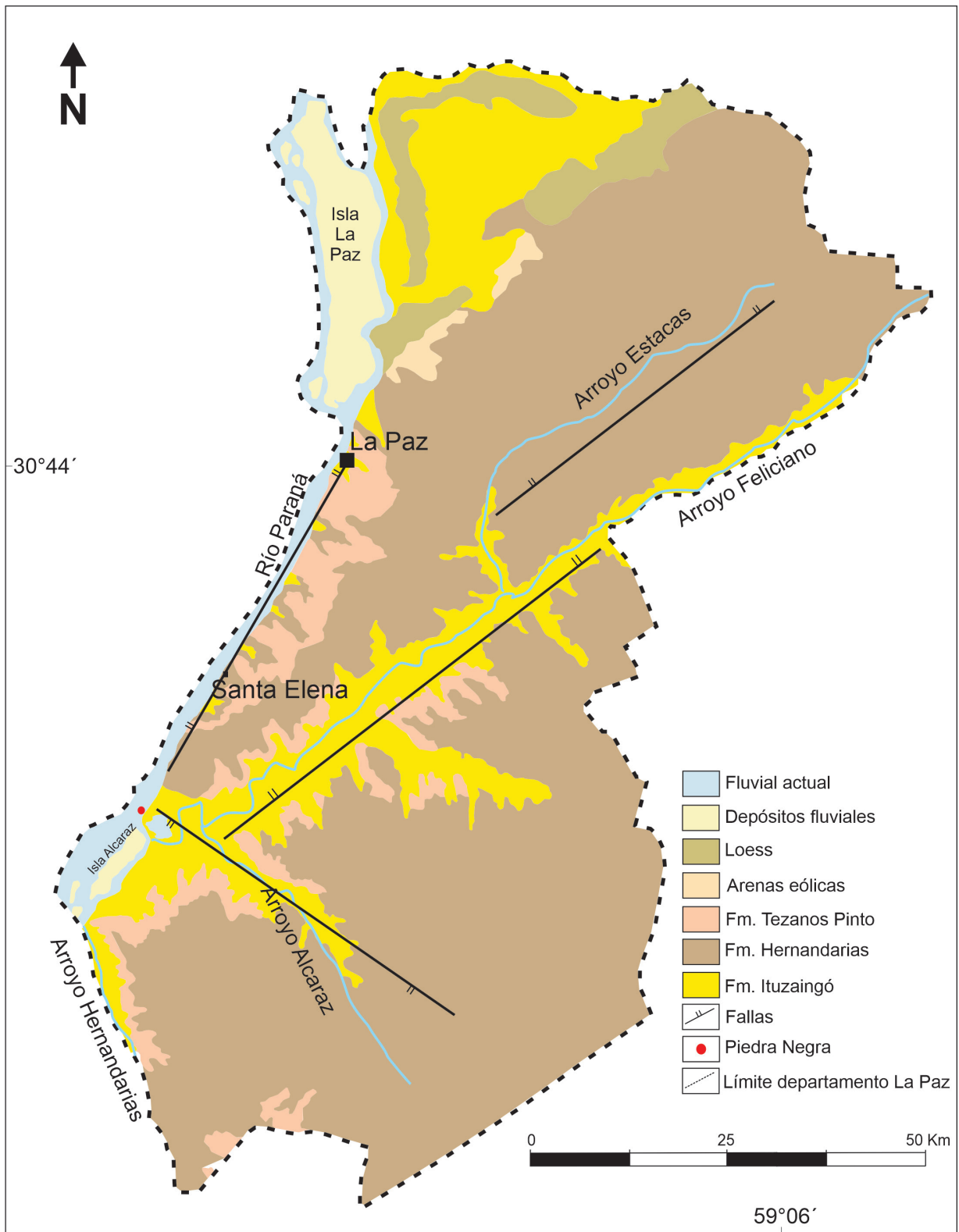


Figura 14. Unidades aflorantes en el departamento La Paz (modificado de Herbst *et al.* 1995).

Pinto corresponde a limos arcillosos a arenosos, de tonalidad rosada amarillenta, que se acumularon en áreas elevadas o fueron entrampados en bajos, y que actualmente forman paredes verticales características en la cima de las barrancas. Al momento de su depositación, en forma de manto sobre la superficie

previa, el territorio del oeste entrerriano estaba siendo lentamente elevado, proceso que continuó durante el Holoceno, y que es el responsable de la formación de las actuales barrancas costeras.

Finalmente, se encuentran acumulaciones eólicas y fluviales del Holoceno Tardío y actuales, que

cubren unidades previas. Las primeras corresponden a depósitos de arenas y loess, y las segundas está integradas por limos arcillosos, arenas gruesas, medianas, con gravilla, arenas finas y muy finas.

2.1. LA PIEDRA NEGRA

Corresponde a un afloramiento que forma un islote, ubicado en las inmediaciones de la margen izquierda del río Paraná, a unos 18 km al sur de la localidad de Santa Elena y a más de 1 km al norte de la desembocadura del arroyo Feliciano. Sus coordenadas son 31°4'41.16"S y 59°53'30.77"O, a unos 60 m de la costa entrerriana. En general, se halla sumergido a muy escasa profundidad, visible únicamente durante bajantes extraordinarias, como las ocurridas en 1944-1946 y 2020-2021. Su superficie alcanza los 300 m² y presenta una altura de 1,5 metros. Durante la bajante de 2020-2021 dejó al descubierto una porción de 100 m² (22/09/2021), con una cota de 16 metros sobre el nivel del mar. El

afloramiento pertenece a la sección intermedia de la Formación Paraná, portadora de fósiles de moluscos marinos característicos de la unidad.

La única mención antigua inequívoca que se pudo encontrar en la literatura geológica corresponde a Battaglia (1948), quien visitó la zona durante la bajante extraordinaria de 1944. El autor halló pocos fósiles de moluscos marinos característicos de la Formación Paraná (Fig. 15).

Según se observa en las fotos, el área reconocida por Battaglia era muy similar a la que observaron Marengo y Casanova durante un viaje de campo realizado en el año 2021 (Figs. 16 y 17).

En líneas generales, el afloramiento posee un color castaño amarillento, y es más claro en su sección inferior, donde adquiere un color castaño claro producto de una fina capa de arcillas depositadas recientemente por el río Paraná. Corresponde a una arenisca, en parte arcillosa, muy cementada por carbonato de calcio y óxidos de hierro, que localmente presenta manchas castaño muy oscuras,

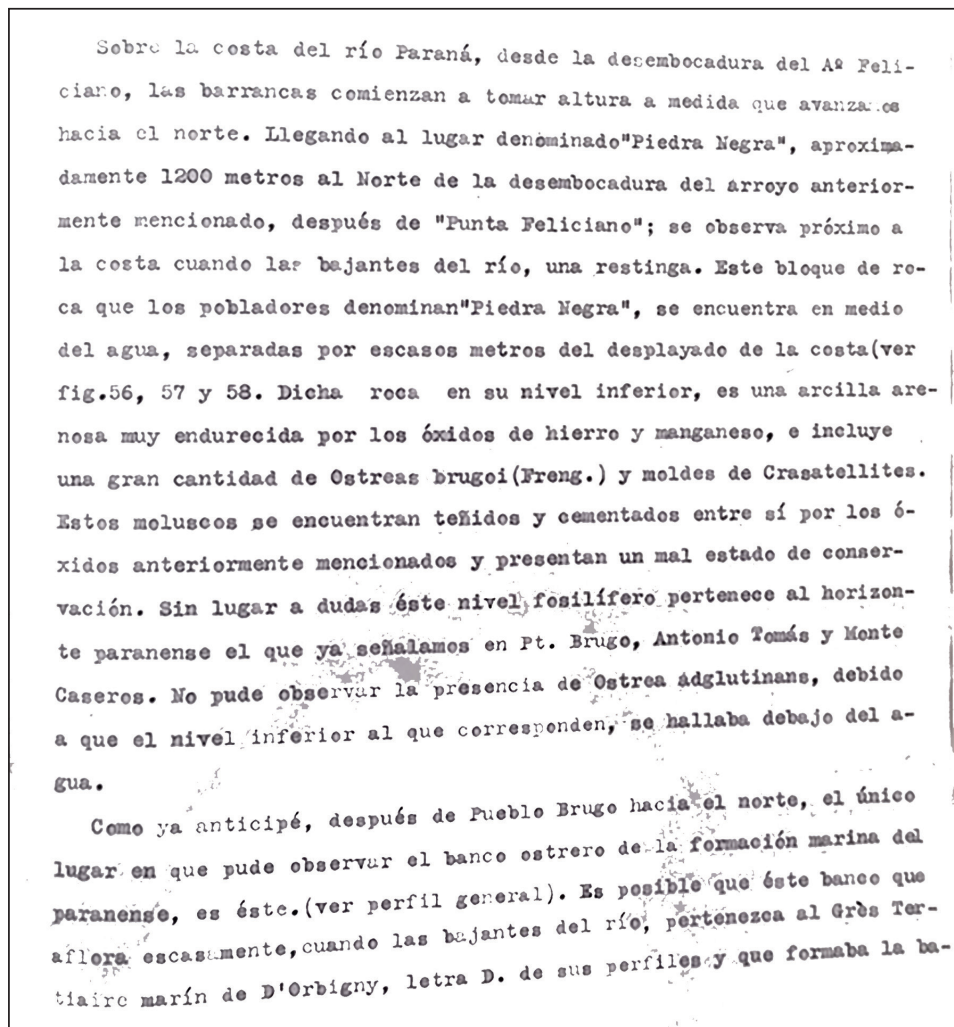


Figura 15. Vista parcial de la página 160 de la tesis de Battaglia (1948).



Fig. 56 -1200 ms. al N. de A^o Feliciano (Dpto. La Paz); una vista que muestra la ubicación de "La Piedra Negra" con respecto a la barranca; a) banco ostrero del Pararnense (Piedra Negra) con *Ostreas brugoi* Freng.



Fig. 57- "La Piedra Negra" observada en medio del agua; al fondo, la isla "Denis".



Fig. 58- Ubicación de la "Piedra Negra" con respecto a "Punta Feliciano".

Figura 16. Fotografías de la tesis de Battaglia (1948).



Figura 17. Vista desde el noreste mientras se navega hacia la Piedra Negra.

hasta negras, posiblemente por la precipitación de óxidos de manganeso y/o acumulación de materia orgánica. En su superficie se encuentran adheridas numerosas conchillas de pequeños mejillones actuales. El afloramiento está formado, en general, por cuatro capas (Fig. 18):

La capa basal (capa 1) de arenisca poco fosilífera, sin estructuras sedimentarias apreciables, cubierta generalmente por una capa moderna de arcillas claras. Los fósiles presentes están muy alterados y son prácticamente inidentificables, excepto algunas ostras aisladas.

La capa suprayacente (capa 2) está formada por areniscas con abundantes valvas enteras o fragmentadas de ostras, así como sus moldes, casi totalmente reemplazados por material ferruginoso y óxidos de manganeso (Fig. 19). No se observó un patrón de

distribución de las ostras, lo que sugiere que se trata de una población retransportada.

Cubriendo a la capa 2 se halla una capa de arenisca en parte arcillosa (capa 3), fuertemente disuelta, y muy poco fosilífera. En algunos sectores se observa estratificación entrecruzada (Fig. 20).

La capa superior (capa 4) está conformada por arenisca muy fosilífera o coquina, con pocas ostras y numerosos restos enteros o fragmentados de una fauna de bivalvos bastante diversa. No se observa un patrón de distribución ni de especies en posición de vida, por lo que se asume como una población retransportada. El grado de preservación es bastante bueno, pero la extrema dureza de la roca impidió la extracción de ejemplares para su estudio. La Dra. Claudia del Río determinó, a partir de fotografías, un ejemplar de *Anadara bomplandean* (d'Orbigny),

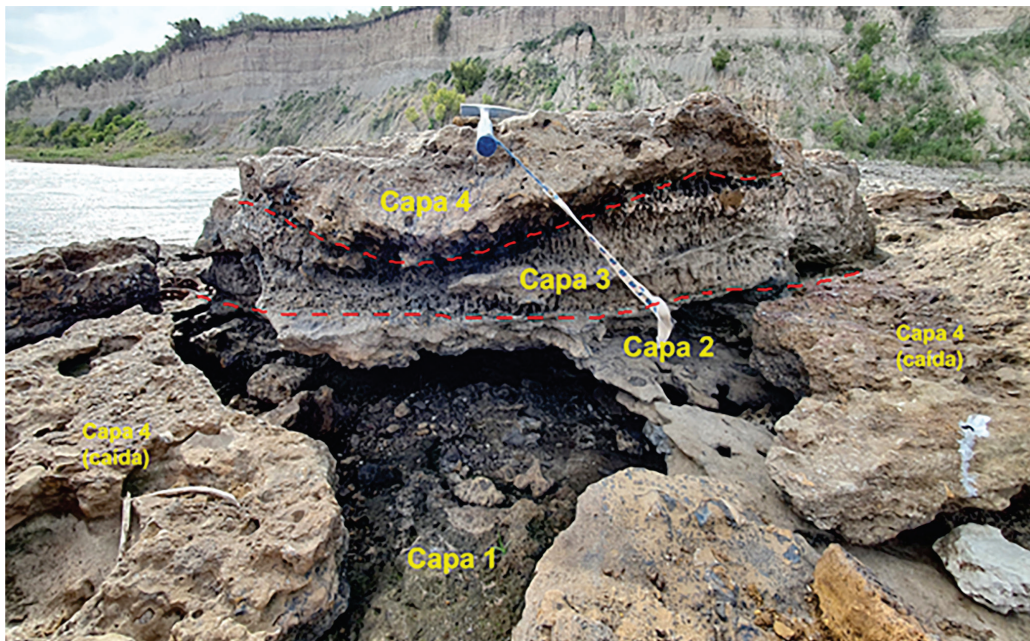


Figura 18. Capas aflorantes de la Piedra Negra.



Figura 19. Corte transversal de una valva de ostra, parcialmente disuelta y muy mineralizada, perteneciente a la capa 2 constituida por arenisca.

característico de la Formación Paraná, y una asociación de venéridos (bivalvos) fragmentados, entre los que identificó un posible ejemplar de *Ameghinomya argentina* (Fig. 21). No observó gastropodos ni pectínidos.

2.2. ESTRUCTURA Y TECTÓNICA

La región centro este de Argentina se halla bajo un régimen tectónico compresivo desde fines del Cretácico, a partir de la deriva absoluta de la placa

América del sur. Los esfuerzos de primer orden, de orientación general oeste y este y sentidos opuestos, generados por la subducción de la placa de Nazca y la expansión de la dorsal mesoatlántica, se transmiten hacia el interior continental. Como resultado de la deformación ocurrida entre el Mioceno Tardío y el Cuaternario, la región está integrada por una serie de bloques estructurales dispuestos en un arreglo de pilares y fosas. Estos bloques están determinados por sistemas de fallas o fallas simples de diferentes rumbos, que responden a antiguas zonas de debilidad del



Figura 20. Detalle del contacto entre la capa de arenisca arcillosa (capa 3), oscura y con fuerte disolución y la capa superior (capa 4), clara, con muy abundantes conchillas.



Figura 21. Bivalvos en la superficie de la capa superior (4). A, *Anadara bomplandeana* (d'Orbigny); B, fragmento probable de *Ameghinomya argentina*.

basamento cristalino. Los patrones de fracturación afectan la cubierta cuaternaria y provocan control sobre la red de drenaje.

El valle aluvial del Paraná Medio se encuentra sobre una depresión estructural asimétrica. Esta configuración, al igual que la de las regiones adyacentes, resulta de un control neotectónico esencialmente pasivo, manifestado a través de la transmisión de fallas del basamento, que produjo escasos y limitados desplazamientos verticales principalmente en el Cenozoico tardío (Casanova 2024).

En el corte estratigráfico Saladero Cabal (Santa Fe)-Santa Elena (Entre Ríos) (Fig. 22), se observó el desplazamiento vertical de la Formación Paraná y de las unidades que la sobreyacen, y se registraron

cotas más someras para el techo de dichas unidades en la margen izquierda del río Paraná. Además, esta margen exhibe cotas topográficas mayores en relación a las observadas en margen santafesina.

El afloramiento Piedra Negra es parte de la sección intermedia de la Formación Paraná y podría ser un remanente de erosión local en esta sección de valle. En consecuencia, sería parte del bloque que conforma la barranca izquierda del río. La Piedra Negra correspondería a un bloque elevado en el cauce principal del río Paraná Medio, localizado en la zona de intersección de fallas inferidas que definen el flanco oriental del valle y la falla Feliciano (Casanova 2024). La primera de estas fallas fue propuesta y denominada “Santa Elena”

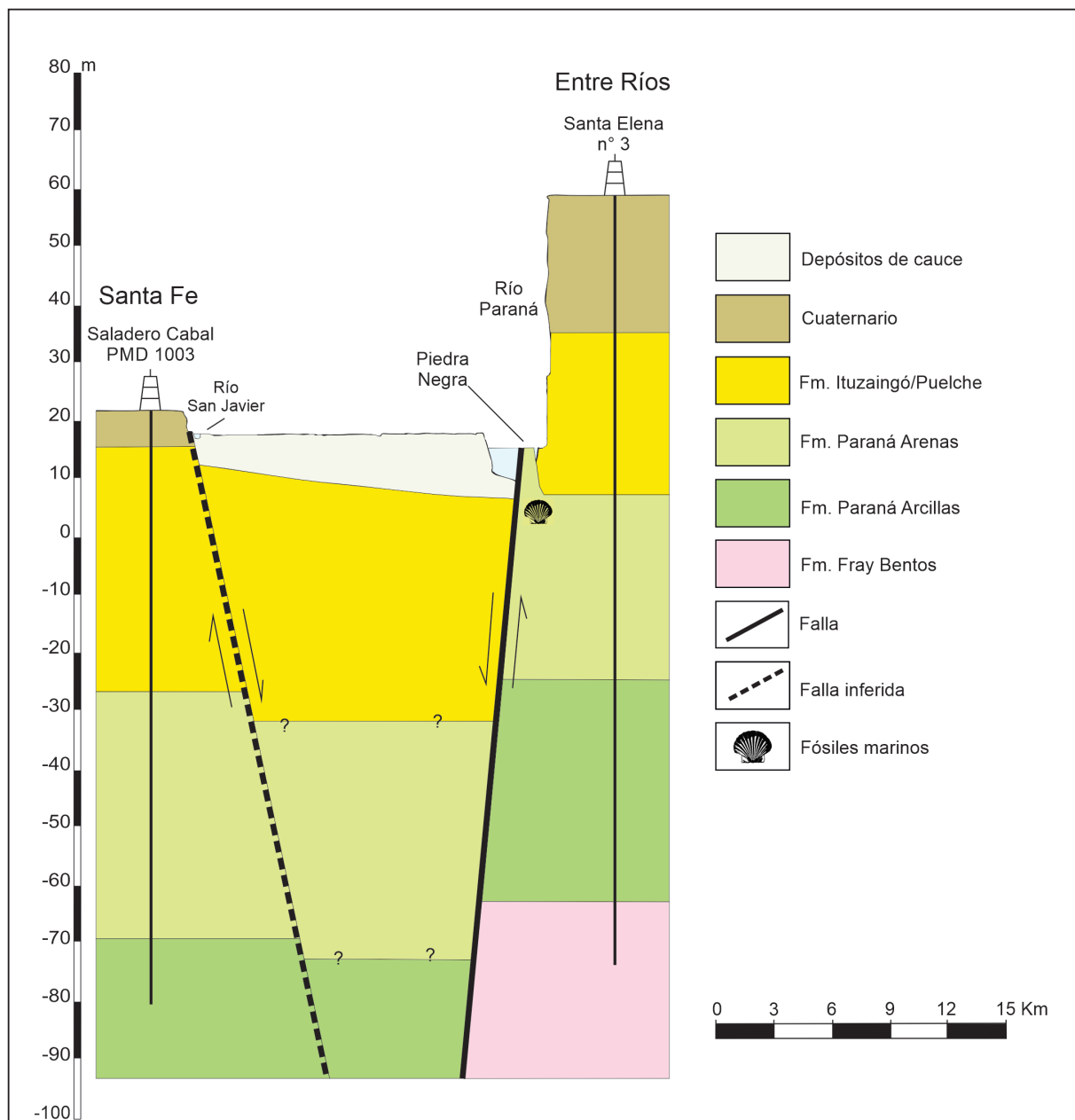


Figura 22. Sección transversal del río Paraná, tramo Saladero Cabal-Santa Elena (según Casanova 2024).

por Stappenbeck (1926), para este tramo de valle, de rumbo general nor-noreste. Por su parte, la falla Feliciano está formada por dos tramos de unos 60 km de largo, de rumbo noreste, y es recorrida por el arroyo homónimo. Esta falla posee labio bajo al noroeste y un rechazo de unos 30 metros.

Las fallas de rumbo nor-noreste en el norte de la provincia de Santa Fe y en el valle del Paraná definen una serie de bloques elongados en la misma dirección. Las variaciones verticales observadas en las diferentes superficies estratigráficas muestran la posición relativa entre los bloques estructurales de la región.

3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

La configuración geológica y geomorfológica de la región centro-este de Argentina responde a tres factores principales: la orogenia andina, la apertura del océano Atlántico Sur y la acreción de una serie de cratones y terrenos desde el Proterozoico Superior. Al oeste se encuentran las Sierras Pampeanas; al este de estas se desarrolla un extenso ambiente pedemontano de baja pendiente, que se extiende hacia las llanuras Chaqueña y Pampeana. Estas llanuras lindan al oriente con la faja aluvial del río Paraná, en tanto que hacia el este se encuentra la Mesopotamia.

La llanura Chaqueña cubre una superficie de 840.000 km² en el centro-norte del país. Está formada por extensas planicies y abanicos aluviales, en las que las geoformas predominantes son las fluviales. Las pendientes son muy bajas, al igual que el relieve relativo. La Llanura Pampeana, ubicada al sur de la anterior, abarca una superficie de 600.000 km². Predominan en ella las geoformas eólicas, seguidas por las fluviales. El relieve relativo y las pendientes también son muy bajos.

El río Paraná, el más importante de la cuenca del Plata, discurre entre la Mesopotamia y las llanuras occidentales. La llanura aluvial presenta un ancho promedio de 30 km y una extensión de 800 kilómetros. Se caracteriza por un cauce principal bien definido, con segmentos de cauce único y de cauce múltiple, en tanto que la planicie presenta varios cauces secundarios. La geoforma característica son las espiras de meandros, acompañadas de otras como cauces abandonados, albardones, lagunas, pantanos, islas y riachos adventicios, entre otras.

La Mesopotamia abarca una superficie de 196.781 km² e incluye a las provincias de Misiones,

Corrientes y Entre Ríos. El paisaje de las dos últimas corresponde a una llanura con suaves ondulaciones y algunos desniveles marcados. Las geoformas predominantes son las fluviales de diverso tipo, además de geoformas eólicas, lacustres y superficies estructurales, entre otras. En general, las pendientes y el relieve relativo son bajos, con la excepción del territorio misionero.

El relieve de la provincia de Entre Ríos corresponde a una llanura ondulada, modelada y surcada por numerosos cursos fluviales. Se diferencian dos regiones: una zona de “cuchillas” y un área deltaica en el sector sur. La mayor parte del territorio entrerriano corresponde, desde el punto de vista geomorfológico, a planicies poligenéticas disectadas por numerosos cursos de agua, entre los que se encuentra el arroyo Feliciano.

En el área del departamento La Paz, el relieve ondulado está determinado por lomadas separadas por anchos valles, caracterizadas por pendientes tendidas, crestas anchas y planas, y cotas promedio de 60 metros sobre el nivel del mar. En el extremo norte y noreste de Entre Ríos se destaca la cuchilla de Montiel, de rumbo noreste, que se extiende desde las cabeceras del arroyo Feliciano hasta el sur de la localidad de Cerrito. La cota promedio es de 70 m s. n. m., alcanzando los 90 m s. n. m. en el extremo sureste. Otra cuchilla se encuentra en el noreste provincial, se inicia en el sur correntino y finaliza al norte de la ciudad de La Paz, con rumbo noreste paralelo al valle del arroyo Feliciano, y cotas del orden de los 60-70 m s. n. m. (Casanova 2024). El límite occidental del departamento La Paz lo constituye el río Paraná. En este tramo, la barranca izquierda del río se presenta, en general, cortada a pique, con forma acantilada. Su altura varía de 30 a 70 m s. n. m., y son frecuentes los fenómenos de carcavamiento y remoción en masa.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Las barrancas del río Paraná en la zona de Santa Elena-Piedra Negra, en el norte entrerriano, tienen una composición geológica sencilla, acorde con lo previamente conocido para la región. La sucesión sedimentaria está compuesta, de abajo hacia arriba, por las formaciones Ituzaingó, Hernandarias y Tezanos Pinto. Este tipo de depósitos suele generar problemas de deslizamientos y caídas debido a la escasa cementación de los sedimentos y al elevado contenido de arcillas expansibles.

Otro probable factor que incide en la peligrosidad de las barrancas es la actividad neotectónica, es decir, los movimientos verticales regionales de ascenso de la costa entrerriana. La deformación principal ocurrió posiblemente hacia el Mioceno Tardío-Plioceno y, según la disminución de los rechazos de las distintas unidades más modernas, su intensidad fue decayendo progresivamente (Casanova 2024). Este hecho es particularmente notable, ya que la región se encuentra en la zona de influencia de la reconocida falla del arroyo Feliciano. Esta estructura podría ayudar a explicar la anómala posición en la que aflora la Formación Paraná en la Piedra Negra. Según los datos disponibles, el techo de esta formación se encuentra, en el área de La Paz, Santa Elena y Hernandarias, a cotas por debajo del nivel medio del río Paraná (Fig. 9).

Según la observación directa y el estudio preliminar de los moluscos, es indudable de que la Piedra Negra corresponde a un afloramiento de la Formación Paraná, muy probablemente de su sector arenoso intermedio. Con la información actualmente

disponible, no se cuenta con elementos que permitan precisar las razones por las que la Formación Paraná aflora a esta latitud, ya que no lo hace en la base de las barrancas desde, al menos, la localidad de Pueblo Brugo, donde las exposiciones son más pequeñas. Podría tratarse de un sector que quedó a salvo de la erosión, pero más probablemente se trate de un bloque elevado en medio del río Paraná, habida cuenta que se localiza en una zona de mayor complejidad estructural que lo normal en la región. Esta complejidad se debe a que el afloramiento coincide aproximadamente con la intersección de las fallas del arroyo Feliciano y del río Paraná.

Debido a la excelente exposición de las barrancas en la zona, y a la importancia de la Piedra Negra o Piedra Mora como afloramiento notable de la Formación Paraná -aunque aparezca esporádicamente-, se propone incluir esta zona en el registro de Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. Este programa del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) tiene como objetivo difundir y ayudar a la preservación de registros geológicos relevantes.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Battaglia, A.A.C. 1948. Estudio geológico de la región de Hernandarias, parte de los departamentos Paraná y La Paz, provincia de Entre Ríos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, 322 pp.
- Bertolini, J.C. 1995. Mapa geológico de la provincia Entre Ríos. República Argentina. Escala 1:500.000. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Secretaría de Minería. Buenos Aires.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En Kugler, W.F. (Ed.). Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería, Tomo II, fascículo 1, editorial ACME, 85 pp. Buenos Aires.
- Casanova, M.C. 2024. Estudio de las deformaciones neógenas y cuaternarias en el valle del Paraná Medio. Aproximación cuantitativa y cualitativa. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Buenos Aires, 384 pp.
- Groeber, P. 1961. Contribución al conocimiento geológico del delta del Paraná y alrededores. Comisión de Investigación Científica de la provincia de Buenos Aires, Anales 2: 9-54, La Plata.
- Herbst, R., Santa Cruz, J.N., Silva, A., Guarino, M.M., Villegas, D. 1995. Mapa Geológico de la Provincia de Corrientes, escala 1:500.000. Secretaría de Minería de la Nación, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino.
- Marengo, H.G. 2008. Control estructural del río Paraná a la altura de la provincia de Santa Fe. XVII Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy), Actas: 1230-1231.
- Marengo, H.G. 2015. Neogene Micropaleontology and Stratigraphy of Argentina: The Chaco-Paranense Basin and the Península de Valdés. Springer Briefs in Earth System Sciences, 218 pp.
- INTA 1990. Plan mapa de suelos, convenio INTA gobierno de Entre Ríos. Carta de Suelos de la República Argentina, Departamento La Paz, Provincia de Entre Ríos. Tomos I y II. EEA Paraná INTA. Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 7, 321 pp.
- Iriondo, M.H. 2005. El complejo litoral en la desembocadura del río Paraná. En de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Cavalle M.F. (Eds.). Geología y recursos minerales de la provincia de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino (La Plata), Relatorio 15: 255-264.
- Padula, E.L., Mingramm, A. 1968. Estratigrafía, distribución y cuadro geotectónico-sedimentario del "Triásico" en el subsuelo de la llanura Chaco-Paranense. III Jornadas Geológicas Argentinas (Buenos Aires), Actas 1: 291-331.
- PNUD 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 y 1:1.000.000. Secretaría de agricultura, ganadería y pesca, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. Proyecto PNUD ARG. 85/019, 731 pp. Buenos Aires.
- Portal del Litoral Argentino, octubre 2022. Imágenes antiguas del Frigorífico de Santa Elena. Entre Ríos. <https://www.regionlitoral.net/2022/10/imagenes-antiguas-del-frigorifico-de.html>
- Portal Turístico Provincial, septiembre 2025. <https://www.turismoentrierios.com/santaelena/fotos.php>
- Ramonell, C.G., Latrubesse, E.M., Pereira, M.S. 2011. Procesos y ritmos de construcción actuales de la planicie aluvial del río Paraná Medio, geoformas resultantes. XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Actas (CD): 1247-1248.
- Scotta, E.S., Conde, A.A., Rojas, A.C., Castañeira, H., Papparotti, O.F. 1989. Manual de sistematización de tierras para el control de erosión hídrica y aguas superficiales excedentes. Segunda edición corregida y aumentada, INTA EEA, Serie Didáctica N°17, 56 pp. Paraná.
- Stappenbeck, R. 1926. Geologie und Grundwasserkunde der Pampa. Traducción del original, 1979. Ediciones Pangea Argentina, 409 pp. Córdoba.
- Tasi, H.A.A. 2009. Aplicación de las cartas de suelos de Entre Ríos, Argentina, para evaluar índices de productividad específicos para los principales cultivos agrícolas. Tesis Doctoral. Universidad de La Coruña, 593 pp.
- Tujchneider, C.C., Fili, M.F. 1988. Hidrogeología de la cuenca del arroyo Feliciano. Provincia de Entre Ríos. Revista de la Asociación Geológica Argentina 43(2): 163-174. Buenos Aires.

Entregado: agosto 2025

Validado: noviembre 2025