TOMO IV:
ESTUDIOS DE BASE

www.epresanjuan.gob.ar

INDICE DE CONTENIDO

1 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO DEL ANTEPROYECTO DE LA TRAZA – Dra. Catalina Teresa Micheli……...3
2 ESTUDIO GEOFISICO – Terraserv (Eduardo Buloz / Arturo Güell Geofísicos)……..11
3 RIESGOS HIDROLÓGICOS Y GEOLÓGICOS – Ina Cras……38
4 ESTUDIO DE SUELOS – Terra Construcciones S.R.L. (Ing. Ricardo COLLADO)……113
5 INFORME DE ESTUDIO DE LÍNEA DE BASE FAUNA DE VERTEBRADOS – Lic. Rosa Verònica Blanco Fager y Mag. Sonia Grisel Ortiz (Fundación ARTE Y CIENCIA)……...160
6 INFORME DE FLORA Y VEGETACIÓN – Lic. Justo Márquez y Dr. Martin Almirón (Fundación ARTE Y CIENCIA)……190
7 INFORME DE IMPACTO PALEONTOLÓGICO – Dr. Ricardo Martínez (Fundación ARTE Y CIENCIA)……..206

www.epresanjuan.gob.ar

ESTUDIO ARQUEOLÓGICO DEL

Anteproyecto de la traza de Interconexión eléctrica en 132 kV Zona Sur de la Provincia de San Juan

INFORME

www.epresanjuan.gob.ar

Dra. Catalina Teresa MICHIELI

San Juan
2020

Introducción

A solicitud del EPRE San Juan se efectuó un estudio previo general de la posible traza de la línea de interconexión eléctrica en 132 kV del sur de la Provincia de San Juan que abarca parte de los Departamentos Rivadavia, Pocito y Sarmiento en un recorrido de aproximadamente 62,500 km por zonas urbanas y suburbanas.

El mismo se ha basado en las indicaciones aportadas por el ente y sobre él se ha trabajado con imágenes satelitales, mapas antiguos y modernos, bibliografía y documentación arqueológica y el conocimiento previo de las zonas por la suscripta.

Los objetivos de este estudio han sido:

1. considerar, en forma preliminar, si en las áreas seleccionadas para el recorrido de la línea eléctrica, podrían existir testimonios arqueológicos.
2. determinar las zonas críticas que podrían ser prospectadas a fin de corroborar la no afectación de sitios potencialmente arqueológicos y/o eludir o subsanar la misma.
3. sugerir correcciones a la traza propuesta en zonas arqueológicas conocidas.

A los fines de la sistematización de la información vertida, se han considerado como tramos las rectas ubicadas entre los vértices visibles de la traza aportada por el EPRE y señaladas en este informe como Puntos 1 a 11 y las ET respectivas (**Lám. 1**).

Resultados de la observación

1º tramo: **Punto 1** a **Punto 2** (31°33'51.83"S/68°36'52.59"O **a** 31°33'45.20"S/68°37'25.54"O)

Corresponde a un recorrido de poco más de 900 m que es la salida de la ET San Juan en La Bebida. Esta zona ya ha sido verificada para informes anteriores (EPRE 2013, 2015, 2018) y no existe posibilidad de existencia de restos arqueológicos tanto por la fisiografía del terreno como por las alteraciones del suelo.

2º tramo: **Punto 2** a **Punto 3** (31°33'45.20"S/68°37'25.54"O **a** 31°37'14.88"S/68°38'34.17"O)

En este tramo (de aproximadamente 6.600 m) la traza se dirige hacia el SSE paralela a la línea de 500 kV ya existente. Atraviesa una zona similar al 1º tramo; ha sido verificada para informes anteriores (EPRE 2013, 2015, 2018) y no existe posibilidad de existencia de restos arqueológicos tanto por la fisiografía del terreno como por las alteraciones del suelo. En las inmediaciones del Punto 3 cruza el límite entre los departamentos Rivadavia y Pocito.

3º tramo: **Punto 3** a **Punto 4** (31°37'14.88"S/68°38'34.17"O **a** 31°41'18.07"S/68°37'0.42"O)

En este tramo (de aproximadamente 8.000 m) la traza sigue paralela a la línea de 500 kV ya existente. Por su fisiografía no existe posibilidad de existencia de restos arqueológicos; además parte de esta zona (demarcada con línea de color blanco, **Lám. 2**) ya fue verificada por la suscripta para un trabajo de otra empresa (Loma Negra 2011).

4º tramo: **Punto 4** a **Punto 5** (31°41'18.07"S/68°37'0.42"O **a** 31°42'45.34"S/68°36'33.05"O)

Por su fisiografía, en este tramo de 2.870 m de largo aproximadamente, no existe posibilidad de existencia de restos arqueológicos; además esta zona (demarcada con línea de color blanco, **Lám. 2**) ya fue verificada por la suscripta para un trabajo de otra empresa (Loma Negra 2011).

www.epresanjuan.gob.ar

5º tramo: **Punto 5** a **Punto 6** (31°42'45.34"S/68°36'33.05"O **a** 31°49'03.10"S/68°35'03.23"O)

Por su fisiografía, en este tramo de 11.800 m de largo aproximadamente, no existe posibilidad de existencia de restos arqueológicos; además los primeros 5.000 m de la misma se encuentran en la zona (demarcada con línea de color blanco, **Lám. 2**) que ya fue verificada por la suscripta para un trabajo de otra empresa (Loma Negra 2011). Por otra parte sigue a menos de 800 m de la línea de 500 kV ya existente.

6º tramo: **Punto 6** a **Punto 7** (31°49'03.10"S/68°35'03.23"O **a** 31°56'07.40"S/68°35'28.05"O)

Este es un tramo de 13.100 m de longitud. Por su fisiografía no existe posibilidad de existencia de restos arqueológicos. Sigue la traza de la línea de 500 kV ya existente, acercándose nuevamente a ella (500 m) en la medida que avanza hacia el sur. En el último tercio del tramo se cruza el límite entre los departamentos Pocito y Sarmiento.

7º tramo: **Punto 7** a **Punto 8** (31°56'07.40"S/68°35'28.05"O **a** 31°57'59.10"S/68°35'44.32"O)

El 7º tramo termina en el cruce de la línea con la Ruta Nacional Nº 153 que une las localidades de Media Agua y Los Berros. El tramo tiene 3.500 m de largo y por la fisiografía del terreno por donde pasa, no existe posibilidad de existencia de restos arqueológicos. Sigue la traza de la línea de 500 kV ya existente, separadas entre sí por menos de 500 m.

8º tramo: **Punto 8** a **Punto 9** (31°57'59.10"S/68°35'44.32"O **a** 32°03'18.22"S/68°36'32.10"O)

Este tramo, de aproximadamente 10.000 m de largo, entra en una zona más delicada desde el punto de vista arqueológico, ya que pasaría por las nacientes del gran barreal de Guanacache que constituye un importante yacimiento. De todos modos, este sector ya ha sido superficialmente modificado por los rebajes, nivelaciones y cultivos que han incorporado esta zona a la producción agrícola. La traza proyectada sigue paralela a la línea de 500 kV ya existente (**Lám. 3**).

9º tramo: **Punto 9 a Punto 10** (32°03'18.22"S/68°36'32.10"O **a** 32°05'03.30"S/68°36'47.67"O)

Este tramo de la traza, de 3.300 m de largo aproximadamente, cruzaría de lleno por el yacimiento de Guanacache.

10º tramo: **Punto 10 a Punto 11** (32°05'03.30"S/68°36'47.67"O a 32°06'08.46"S/68°35'46.50"O)

Este tramo, de 2.500 m aproximadamente, que cambia de dirección hacia el SE para acercarse al predio de la ET Retamito de 33 kV en las inmediaciones de la Estación Ferroviaria, cruzaría de lleno por el yacimiento arqueológico de Guanacache (sector Retamito).

Conclusiones

De acuerdo con lo observado en este análisis, y desde el punto de vista arqueológico, la traza propuesta no afectaría eventuales sitios arqueológicos superficiales e inmediatamente por debajo de la superficie hasta el definido como **Punto 9**.

Entre el **Punto 9** y el **Punto 11** la traza impactaría en el yacimiento arqueológico de Guanacache, especialmente en el sector de Retamito.

www.epressanjuan.gob.ar

La zona constituye un amplio yacimiento arqueológico conocido y expoliado desde, por lo menos, fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX, ya que se sabe de la obtención de piezas arqueológicas por el coleccionista Desiderio Aguiar que fueron entregadas al Museo de La Plata[1].

El yacimiento de Guanacache abarca un área de aproximadamente 3.025 ha entre las localidades de Cieneguita por el oeste, Retamito por el sur y Guanacache por el norte. Por el este el límite estaba dado por el comienzo de la zona palustre de Guanacache, entre cuyo inicio y la ceja de monte (desaparecido por acción antrópica, fundamentalmente vinculada con el ferrocarril), corría el antiguo camino a Mendoza[2].

El *Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo "Prof. Mariano Gambier"*, bajo la dirección del Prof. Mariano Gambier y con el auxilio de quien suscribe, realizó trabajos de estudios arqueológicos entre 1993 y 1994 en zonas marginales del mismo, ya que el interior está profusamente alterado por cárcavas naturales y continuas acciones de saqueo. Especialmente se relevaron, y eventualmente se realizaron excavaciones, en los sitios denominados "Ceferino Namuncurá", "Poste 59", "Retamito Alta Tensión" y Retamito EST".

Estos estudios aportaron datos que, junto con la bibliografía conocida, con algunas muestras de recolección superficial (que existen en el archivo de ese Instituto y que fueron entregadas por personas diversas en distintas épocas) y trabajos de investigación histórica con documentos de los siglos XVI, XVII y XVIII, han permitido tener una idea preliminar, pero bastante clara, con respecto a la caracterización y la historia del yacimiento[3]. Particularmente los sitios "Poste 59" y "Retamito Alta Tensión" fueron fechados por el método de radiocarbono en 575 d.C. y 1640 d.C. respectivamente. En el sitio "Retamito Alta Tensión" se excavaron dos tumbas múltiples (**Lám. 4**).

Entre los sitios "Retamito Alta Tensión" y "Retamito EST" se encontraron evidencias de canales de riego de la última época indígena[4].

Quien suscribe ha participado también en viajes de verificación junto con la Dirección de Patrimonio de la Provincia de San Juan acompañados por Gendarmería Nacional en el año 2010 (Expte. 1207-0033-D-2010).

Con respecto a la intervención de otros investigadores de la provincia de Mendoza, existe clara mención a trabajos de campo realizados en la zona (aunque sin georreferenciación de los

www.epresanjuan.gob.ar

[1] **MICHIELI, Catalina Teresa.** *Aproximaciones a la identificación de una cerámica indígena posthispánica del sur de San Juan.* San Juan, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo UNSJ, 1998. (Publicaciones 22, n.s.).
[2] **MICHIELI, Catalina Teresa**. *El antiguo camino de San Juan a Santiago.* (En: Rev. Ansilta, n. 7; pág. 9-11. San Juan, 1994.
[3] **MICHIELI, Catalina Teresa.** *Aproximaciones a la identificación de una cerámica indígena posthispánica del sur de San Juan.* San Juan, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo UNSJ, 1998. (Publicaciones 22, n.s.).
MICHIELI, Catalina Teresa. *Realidad socioeconómica de los indígenas de San Juan en el siglo XVII.* San Juan, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo UNSJ, 1996.
MICHIELI, Catalina Teresa. *Actuación de los jesuitas durante la colonización española de una región periférica de Los Andes (San Juan, Argentina, siglos XVII y XVIII)*. San Juan, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo "Prof. Mariano Gambier" (FFHA UNSJ), 2012. (Publicaciones 29, nueva serie). pág. 85-100.
[4] **MICHIELI, Catalina Teresa**. *Arqueología de Angualasto: historia, ruinas y cóndores*. San Juan, FFHA UNSJ, 2015. (pág. 96).

sectores involucrados) desde fines de la década de 1990 en diversas publicaciones y presentaciones en reuniones científicas[5].

Sugerencias y recomendaciones

Por la presencia comprobada de tumbas subterráneas, y ante la falta de huellas y evidencias superficiales, en el **8º tramo** se recomienda la atención y el cuidado en las obras de construcción de la línea eléctrica, sobre todo cuando se realicen excavaciones de fundamentación.

Sin embargo, para el **9º y 10º tramos** se sugiere **el cambio de traza** a fin de evitar su paso por sobre lo que resta del gran yacimiento de Guanacache (especialmente el sector Retamito), tal como se señala con línea de color amarillo (**Lám. 5**).

Ante cualquier hallazgo no previsto se recomienda dar inmediato aviso a la Secretaría de Cultura de la Provincia (Ministerio de Turismo y Cultura de la Provincia de San Juan) como autoridad de aplicación de la Ley Provincial N° 571-F en un todo de acuerdo con la Ley Nacional Nº 25.743 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico.

San Juan, setiembre de 2020.

Dra. Catalina Teresa MICHIELI

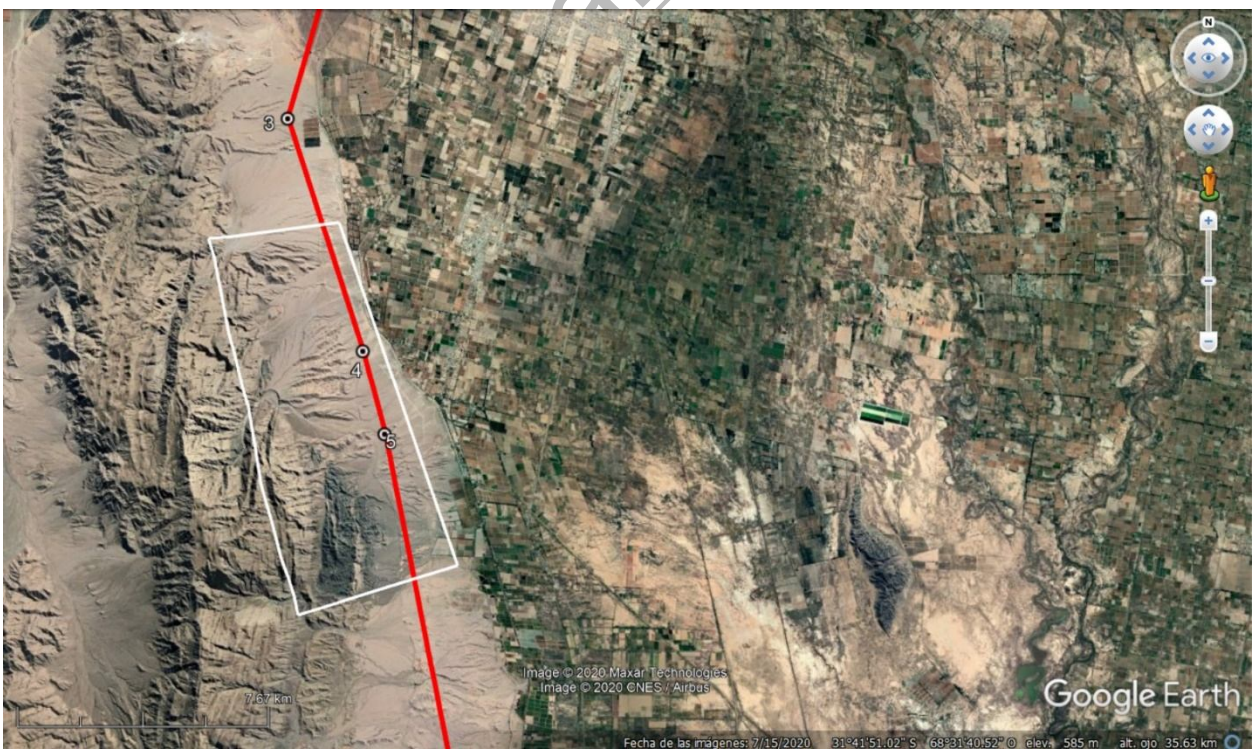
www.epresanjuan.gob.ar

[5] **CAHIZA, Pablo A.** *Problemas y perspectivas en el estudio de la dominación inca en las tierras bajas de Mendoza y San Juan: el sitio Torre 285, Retamito.* (En: Xama, 12/14. Mendoza, CRICYT, 2001a).
CAHIZA, Pablo Andrés. *Problemas y perspectivas en el estudio de la dominación inca en las tierras bajas de Mendoza y San Juan*. (En: Actas. XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina, t. I. Córdoba, 2001b).
CAHIZA, Pablo A. y María José OTS. *La presencia inka en el extremo sur oriental del Kollasuyo. Investigaciones en las tierras bajas de San Juan y Mendoza, y el valle de UCO -Rca. Argentina-.* (En: Xama, 15/18. Mendoza, CRICYT, 2005).

Láminas



Lám. 1: Trazado general del proyecto (Imagen Google Earth, 2020).



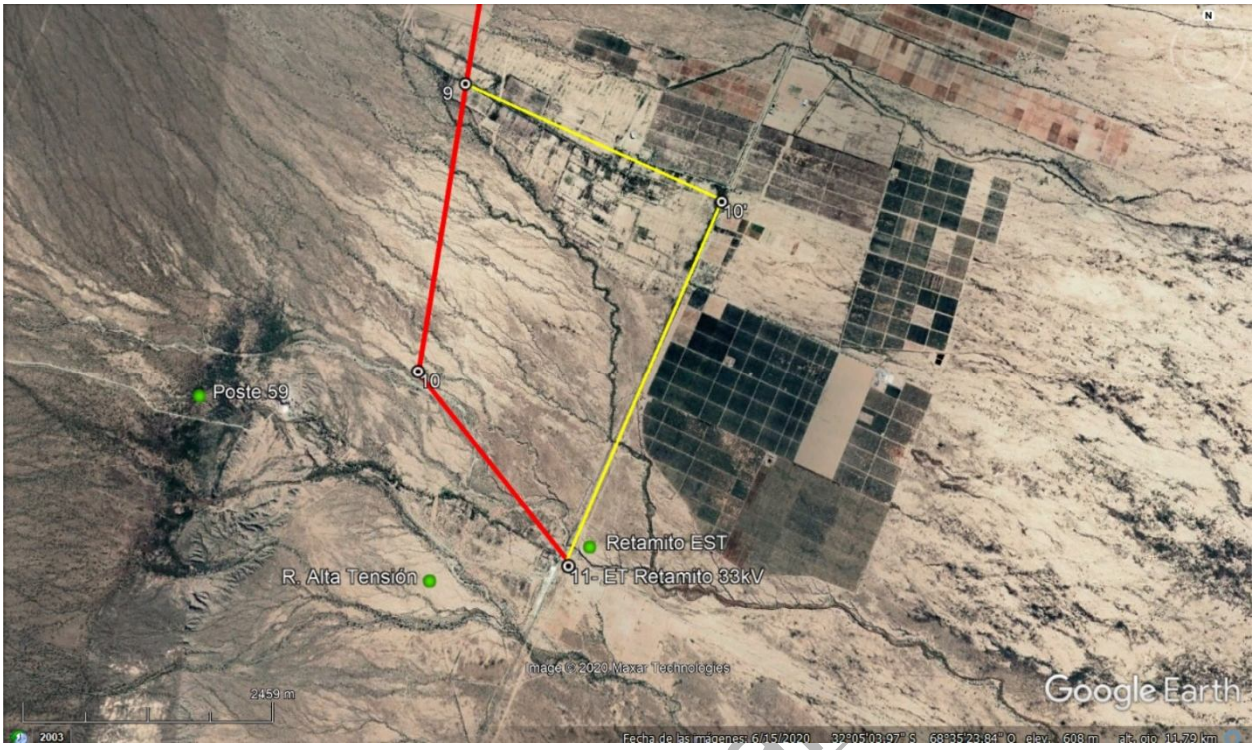
Lám. 2: Área ya verificada para otro proyecto señalada con línea blanca (Imagen Google Earth, 2020).



Lám. 3: Octavo tramo (Imagen Google Earth, 2020).



Lám. 4: Excavación en “Retamito Alta Tensión” (1995).



Lám. 5: Tramos 9º y 10º: Sugerencia de cambio de traza (con línea amarilla) y sitios arqueológicos trabajados en el yacimiento Guanacache (Imagen Google Earth, 2020).

www.epresanjuan

TERRASERV
SOLUCIONES GEOFISICAS
Av. Libertador (Oeste) 280
Capital - CP 5400
San Juan - Argentina

ESTUDIO GEOFÍSICO

PARA PROYECTO TRAZA LINEA ELECTRICA - EPRE 1° PARTE - SARMIENTO - POCITO - SAN JUAN

www.epresanjuan.gob.ar

Informe
PROSPECCION GEOFISICA

Obra : ***"Proyecto Línea Eléctrica - EPRE 1° Parte - San Juan"***

Solicitante : ***"Ing. Ricardo COLLADO"***

Ubicación : ***"Departamento Sarmiento - Pocito - San Juan"***

Fecha : **14/10/2020**

TERRASERV
SOLUCIONES GEOFISICAS
Av. Libertador (Oeste) 280
Capital - CP 5400
San Juan - Argentina

INFORME DE PROSPECCION GEOFISICA

Informe Técnico Final

Obra : ***"Proyecto Línea Eléctrica - EPRE 1° Parte - San Juan"***

Solicitante : ***"Ing. Ricardo COLLADO"***

Ubicación : ***"Departamento Sarmiento - Pocito - San Juan"***

---

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los estudios realizados mediante la técnica de la geoeléctrica, configuración Wenner en un sector de Sarmiento y Pocito – San Juan.

Los trabajos de prospección geoeléctrica consistieron en la ejecución de 7 sondeos eléctricos verticales (SEVs). Los sondeos SEV 1, SEV 2, SEV 3, SEV 4, SEV 5, SEV 6 y SEV 7 según mapa google, con el objeto de poder correlacionar sus resultados. La máxima apertura de ala empleada (distancia a) fue de 32 m asegurando una profundidad media de prospección de más de 30 m.

En la Figura 1 se observa el tramo de la traza de los estudios y la de los SEVs realizados.



www.epresanjuan.gob.ar



Figura 1: Imagen obtenida de “google earth” indicando un tramo del trazado estudiado geofísicamente. Las flechas blancas es el punto de atribución de los SEVs.

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO GEOELÉCTRICO

La resistividad eléctrica de un material es una propiedad que en los materiales del suelo depende de las cargas eléctricas presentes en el mismo. En los suelos y rocas, los iones de las sales solubles en los poros son el principal elemento de conducción. Estas sales son más abundantes en suelos finos (arcillas) por lo cual resultan menos resistivos (más conductivos) que los suelos gruesos (arenas). En rocas sanas, la baja porosidad de las mismas impide la presencia de fluidos por lo que la resistividad es elevada. Cuando la roca se descompone los intemperismos producen arcillas y permite la incorporación de fluidos salinos que disminuyen la resistividad

respecto a la roca original. En la Tabla 2 se muestran algunos valores representativos para cada tipo de material.

Tabla 2: Resistividades características de algunos suelos.

Tipo de Suelo	Resistividad [W.m]
Suelo Arcilloso muy húmedo a húmedo	**1,5 - 3,0**
Arcilla Limosa y Suelo Limoso muy húmedo a húmedo	**3,0 - 15,0**
Suelo Limoso y Arenoso húmedo a seco	**15,0 -150,0**
Techo de Roca muy fracturada a baja fracturación c/suelo húmedo	**150,0 - 300,0**
Arenas y Gravas con limos	**~300**
Arenas y Gravas con capas limosas	**300,0 - 2400,0**
Techo de Roca de baja fracturación con suelo seco en grietas	**300,0 - 2400,0**
Deósitos de Arenas y Gravas gruesas y secas	**>2400,0**
Techo de Roca masiva y dura	**>2400**
Agua Dulce	**2,0 - 60,0**
Agua Salada	**0,18 - 0,24**

Las diferentes resistividades entre los materiales geológicos permiten identificar a los mismos en un corte geoeléctrico. El método para generar un corte geoeléctrico lo constituye el sondeo eléctrico vertical SEV. Para ello se trabaja con cuatro electrodos tal como se muestra en la Figura 6. En los electrodos externos se genera una corriente eléctrica de amplitud conocida (I). En los electrodos interiores se mide la diferencia de potencial (V).

De esta forma la resistividad resulta

$$\rho = K\ (V/I)$$

La operación se repite para distintas separaciones (valores de a en la Fig. 2) con lo que se va aumentando la profundidad de exploración.

www.epresanjuan.gob.ar

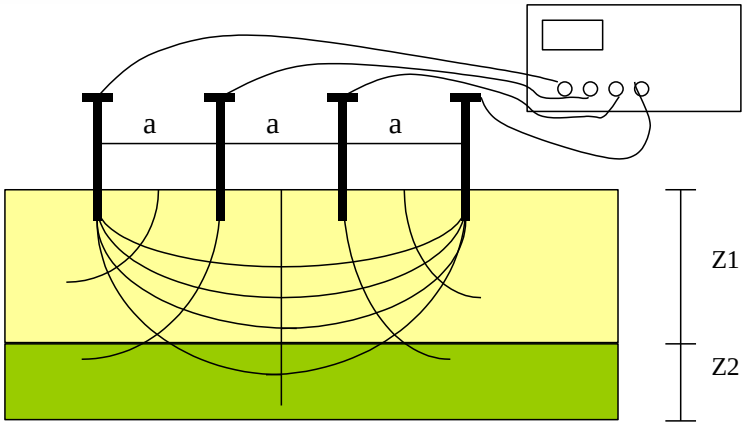


Figura 2: Dispositivo tetraelectródico para medición de resistividad geoeléctrica para un modelo de dos capas.

Los resultados obtenidos de las mediciones de campo se conocen como perfiles de resistividad aparente. Mediante programas iterativos de ajustes automáticos, se puede obtener los espesores de los distintos estratos que son atravesados por los frentes de ondas con sus correspondientes resistividades.

El método geoeléctrico tiene la ventaja de ser rápido, confiable y no presenta mayores inconvenientes en su aplicación dado que para este tipo de aplicaciones se requiere de corrientes de muy baja intensidad sin ningún tipo de riesgo para quien lo manipula ni tampoco para el medio ambiente por ser inocuo.

Para la ejecución de los sondeos eléctricos verticales (SEV) se utiliza un dispositivo de cuatro electrodos. Las distintas configuraciones posibles se indican en la Figura 3. En esta figura los electrodos de emisión se designan con las letras A y B y los de recepción con las letras M y N.

www.epresanjuan.gob.ar

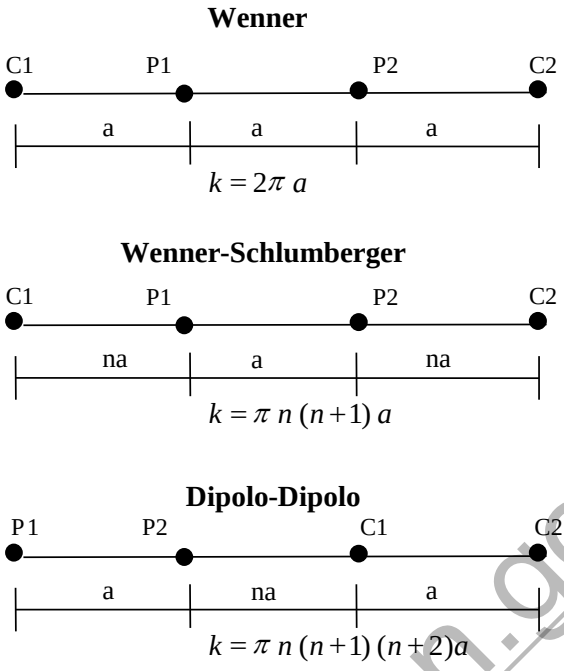


Figura 3: Esquema de los dispositivos de cuatro electrodos más comunes. A y B representan electrodos de corriente y M y N, electrodos de potencial. a y na denotan espaciamiento entre electrodos.

La profundidad de investigación está en función de la resistividad de los distintos estratos y de la distancia AB, la cual va variando para distintas posiciones de los electrodos A y B.

Los espesores y las resistividades de cada estrato se determinan a partir de las curvas de campo mediante el apoyo de los programas computacionales especializados. La interpretación cuantitativa de las curvas del SEV brinda como resultado el corte geoeléctrico en cada punto investigado.

Cada uno de estos estratos puede correlacionarse posteriormente con una formación geológica determinada.

3. TRABAJOS DE GEOELECTRICA

3.1. TRABAJOS DE CAMPAÑA

Se realizaron tres sondeos eléctricos verticales utilizando la configuración Wenner cuya localización se muestra en las Figuras 1. Estos sondeos se identificaron con un número corrido correspondiente a cada sector estudiado geofísicamente. A partir de esta información se realizaron

www.epresarijuan.gob.ar

14 (catorce) cortes geoeléctricos, dos por SEV, en los cuales se identificaron los distintos estratos resistivos atribuyendo las mediciones a un punto central de los sondeos (ver Fig. 1).

Para este estudio se utilizó un equipo digital DT 50 (ver Fig. 4), que mide el valor de diferencia de potencial en milivolt. Los valores fueron determinados para las distintas aperturas de electrodos empleadas y calculando los valores de resistividad registrados en planillas y gráficos bilogarítmicos desarrollados a tal efecto.

La Fig. 4 muestra algunas fotos del trabajo en terreno para los sondeos eléctricos SEVs cuya localización puede observarse en la Figura 1.



SEV 1



SEV 1



SEV 2



SEV 2



SEV 3

www.sanjuan.gob.ar

TERRASERV
SOLUCIONES GEOFISICAS
Av. Libertador (Oeste) 280
Capital - CP 5400
San Juan - Argentina



SEV 3



SEV 4



SEV 4

www.epot.ob.ar

TERRASERV
SOLUCIONES GEOFISICAS
Av. Libertador (Oeste) 280
Capital - CP 5400
San Juan - Argentina



SEV 5



SEV 5



SEV 6



SEV 7

Figura 4: Fotos de la disposición en camo de los electrodos, cables y equipamiento en cada SEV**.**

7.2. PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS

- Análisis del SEV: Se examinó en detalle la información de campo correspondiente que incluyen las separaciones de electrodos de corriente AB y de potencial MN, con los siguientes a: 1, 2, 4, 8, 16 y 32. La corriente enviada al subsuelo (en miliAmpere), diferencia de potencial en milivolts, el factor geométrico (constante k) relacionada con la separación a y el cálculo de resistividad aparente correspondiente. También se controló la curva de campo obtenida a medida que se realizaron las mediciones.

- Para el procesamiento de los sondeos eléctricos verticales (SEV) se empleó un programa computacional IPIWIN. Este programa permite determinar un modelo estratigráfico en función de las resistividades eléctricas las cuales se aproximan interactivamente a las mediciones observadas obteniendo una curva teórica. Los resultados obtenidos con este programa se presentan a continuación e incluyen:

    a. La curva de resistividad aparente de campo (Función de Resistividad Aparente de Campo FRAC) obtenida a partir de las observaciones (círculos).

www.erresanjuan.gob.ar

b. La curva teórica de resistividades obtenida a partir de una aproximación a los valores observados. La curva que produce el mejor ajuste (línea roja continua) se corresponde con un modelo eléctrico de subsuelo.
c. Un modelo de subsuelo correspondiente a una sección vertical con los espesores en metros para cada capa del subsuelo y su resistividad eléctrica "verdadera".

Los valores observados fueron controlados y posteriormente suavizados. Los valores obtenidos fueron ingresados posteriormente a un software de procesamiento que permite graficar la curva de campo y diseñar una curva teórica en forma interactiva proponiendo distintas capas con sus respectivas profundidades y resistividades eléctricas. La Figura 5 muestra los datos observados y algunas curvas de ajuste que se han obtenido para los sondeos eléctricos.

Los valores observados fueron controlados y posteriormente suavizados. Este proceso se relaciona con los empalmes realizados para distintos valores de separación de los electrodos M y N. Los valores obtenidos fueron ingresados posteriormente a un software de procesamiento que permite graficar la curva de campo y diseñar una curva teórica en forma interactiva proponiendo distintas capas con sus respectivas profundidades y resistividades eléctricas. La Figura 9 muestra los datos observados y algunas curvas de ajuste que se han obtenido para los sondeos eléctricos.

Se identificaron modelos de cuatro capas como se muestra en la Figura 5. de la presencia de suelos de mayor granulometría y de roca alterada**.**

8. VENTAJAS Y LIMITACIONES

Las limitaciones de este estudio se relacionan directamente con el método propiamente dicho. La principal limitación del método sísmico de refracción y la tomografía sísmica empleada es que define con mejor resolución los sectores donde se concentran mayor cantidad de rayos (parte central de los tendidos) pero no así los extremos. También el pasaje de los rayos es más horizontal en los sectores donde la velocidad aumenta con la profundidad mientras que si la velocidad decrece, los rayos profundizan y se resuelven con menor resolución por el método tomográfico.

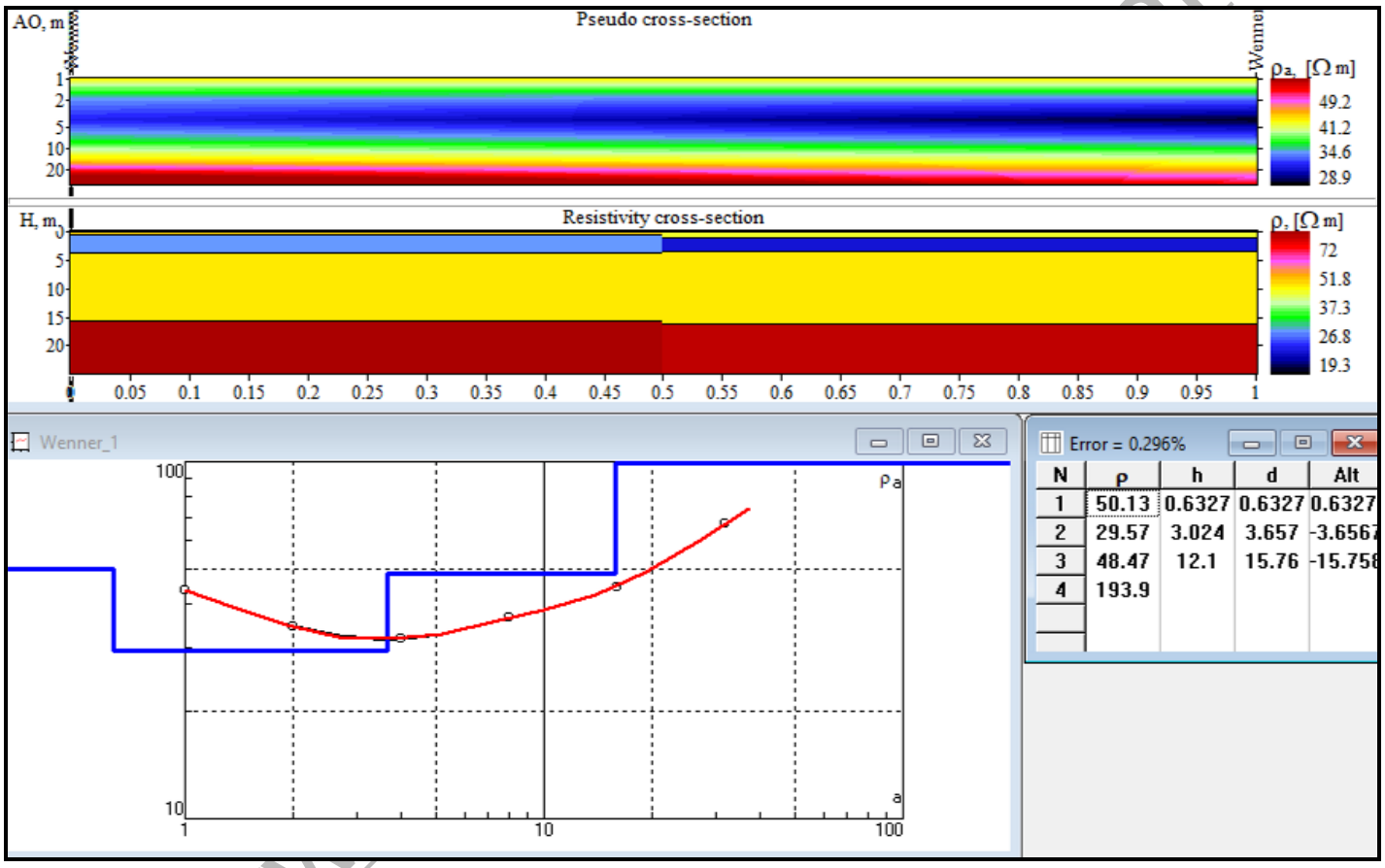
En cuanto al método geoeléctrico, cabe destacar que las interpretaciones son atribuidas a un punto proyectado verticalmente. Sin embargo las mediciones son sensibles a todo el volumen encerrado por los electrodos de corriente (ver Fig. 4).

Es recomendable disponer de mayor cantidad de tendidos sísmicos en la zona.

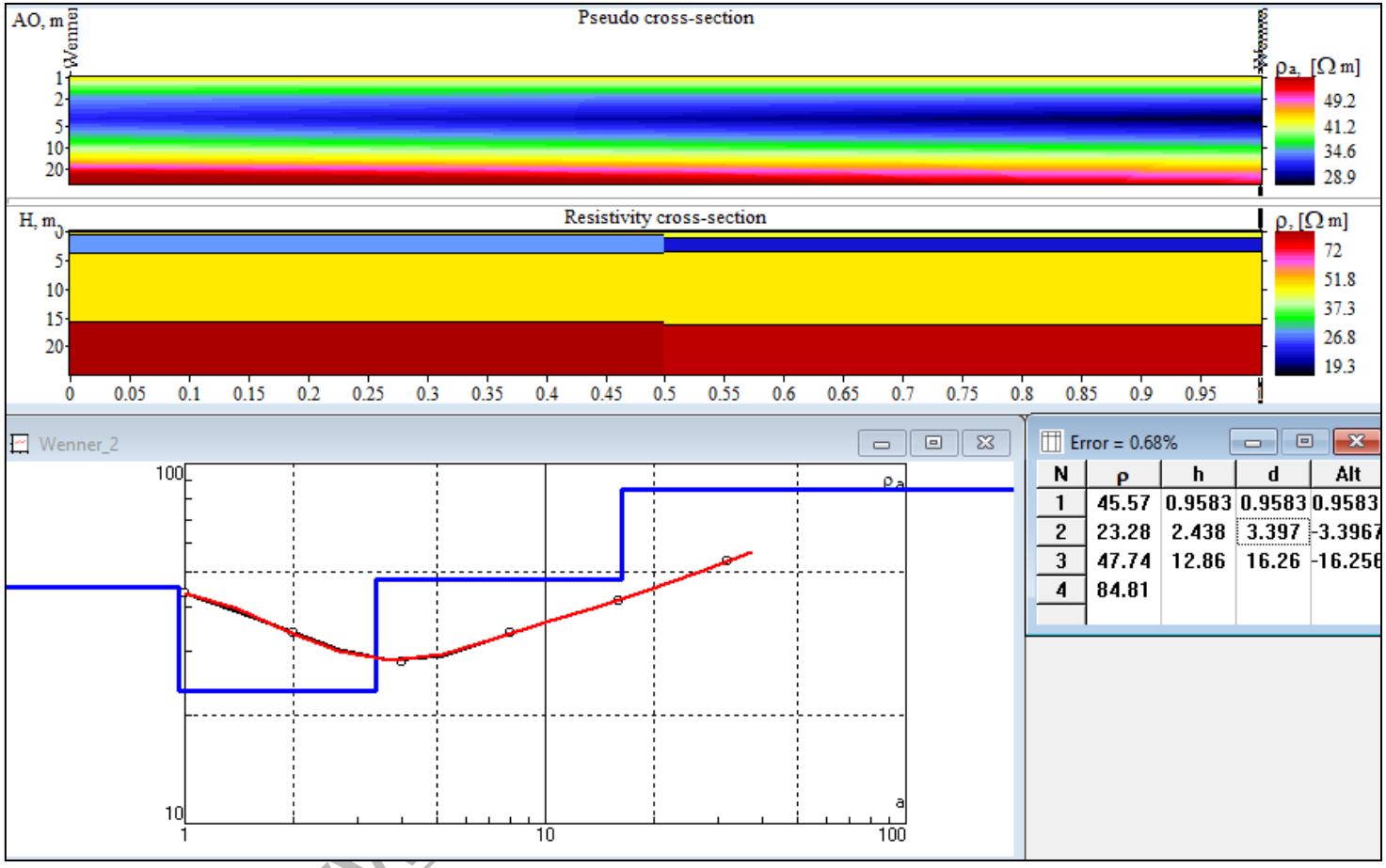
Figura 5: Resultados de los sondeos eléctricos (se muestran a continuación).

www.epresanjuan.gob.ar

SEV 1



N	ρ	h	d	Alt
1	50.13	0.6327	0.6327	0.6327
2	29.57	3.024	3.657	-3.6567
3	48.47	12.1	15.76	-15.758
4	193.9			

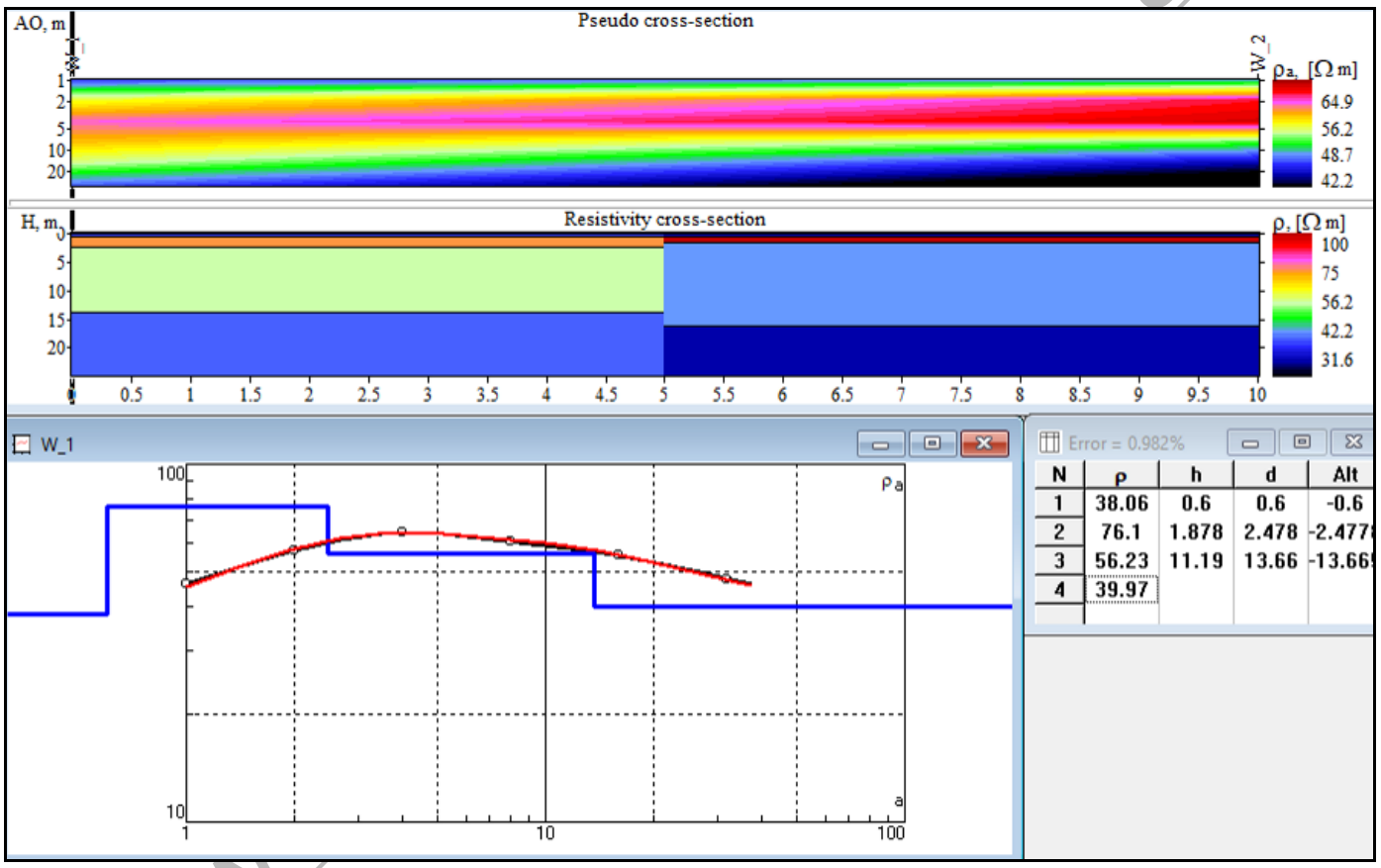


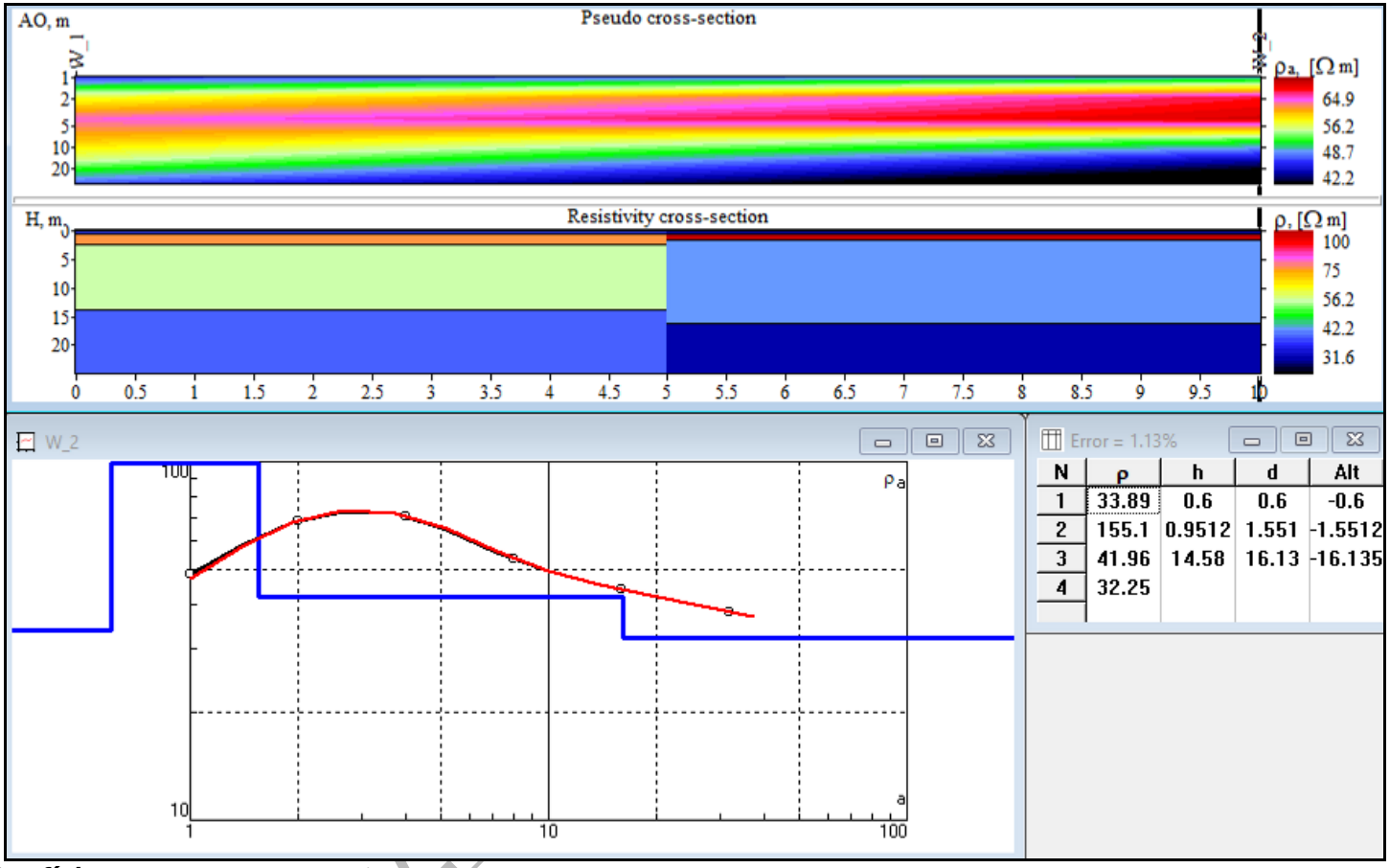
Interpretación Geofísica

En el **SEV 1**, se observan cuatro capas en las que se relaciona el siguiente detalle:
De **0** a **0.95 m** de profundidad, con **45.57 Ohm-m** de resistividad asociado a materiales medios de pie de monte secos.
De **0.95 a 3.39 m** de profundidad, con **23.28 Ohm-m** de resistividad asociado a material más fino.
De **3.39 a 16.26 m** de profundidad con **47.74 Ohm-m** de resistividad se infiere sedimentos medios con finos.

De **16.26 m** en adelante, con resistividad de **84.81 Ohm-m** asociado a material más gruesos.

SEV 2





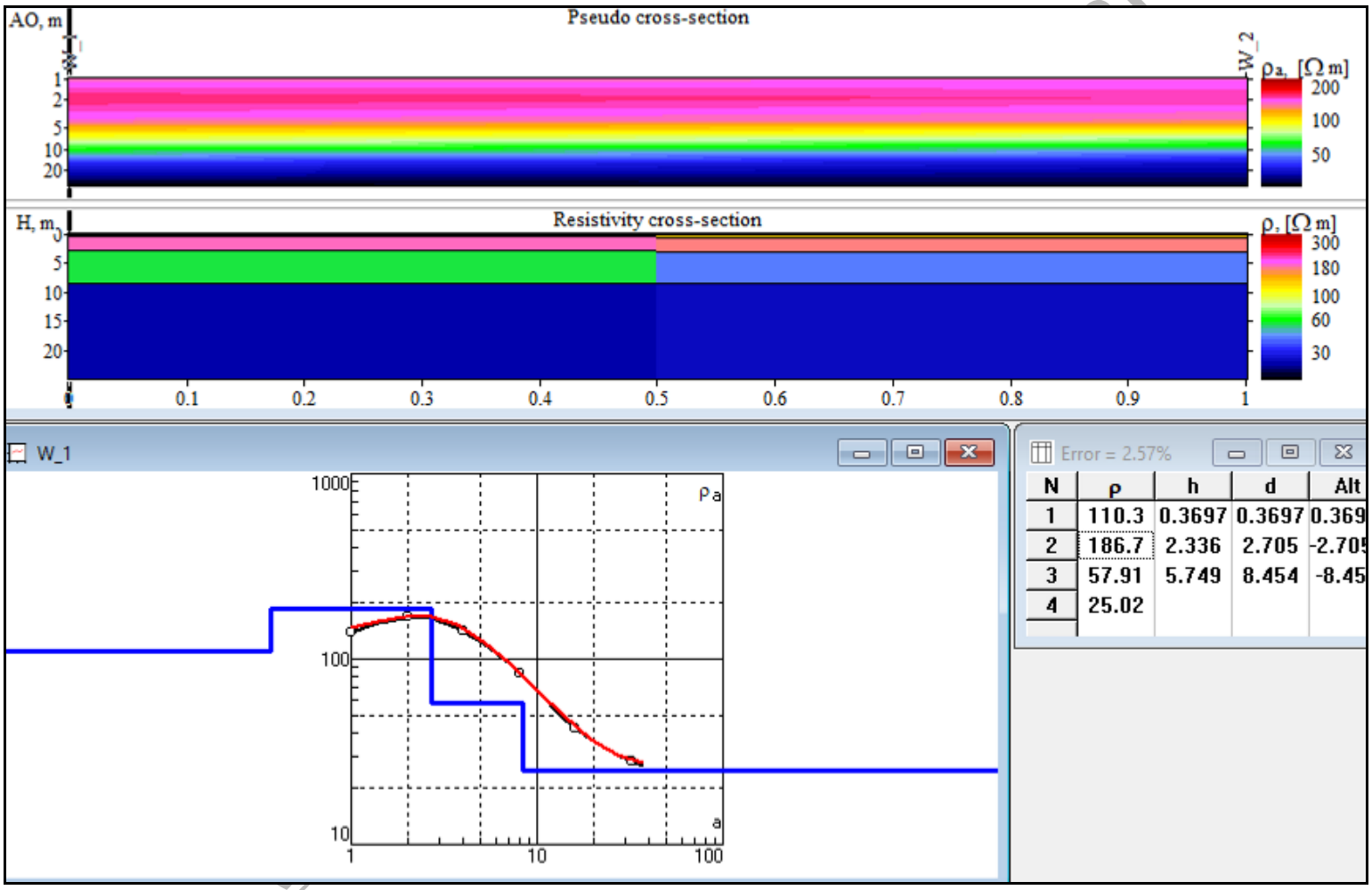
N	ρ	h	d	Alt
1	33.89	0.6	0.6	-0.6
2	155.1	0.9512	1.551	-1.5512
3	41.96	14.58	16.13	-16.135
4	32.25			

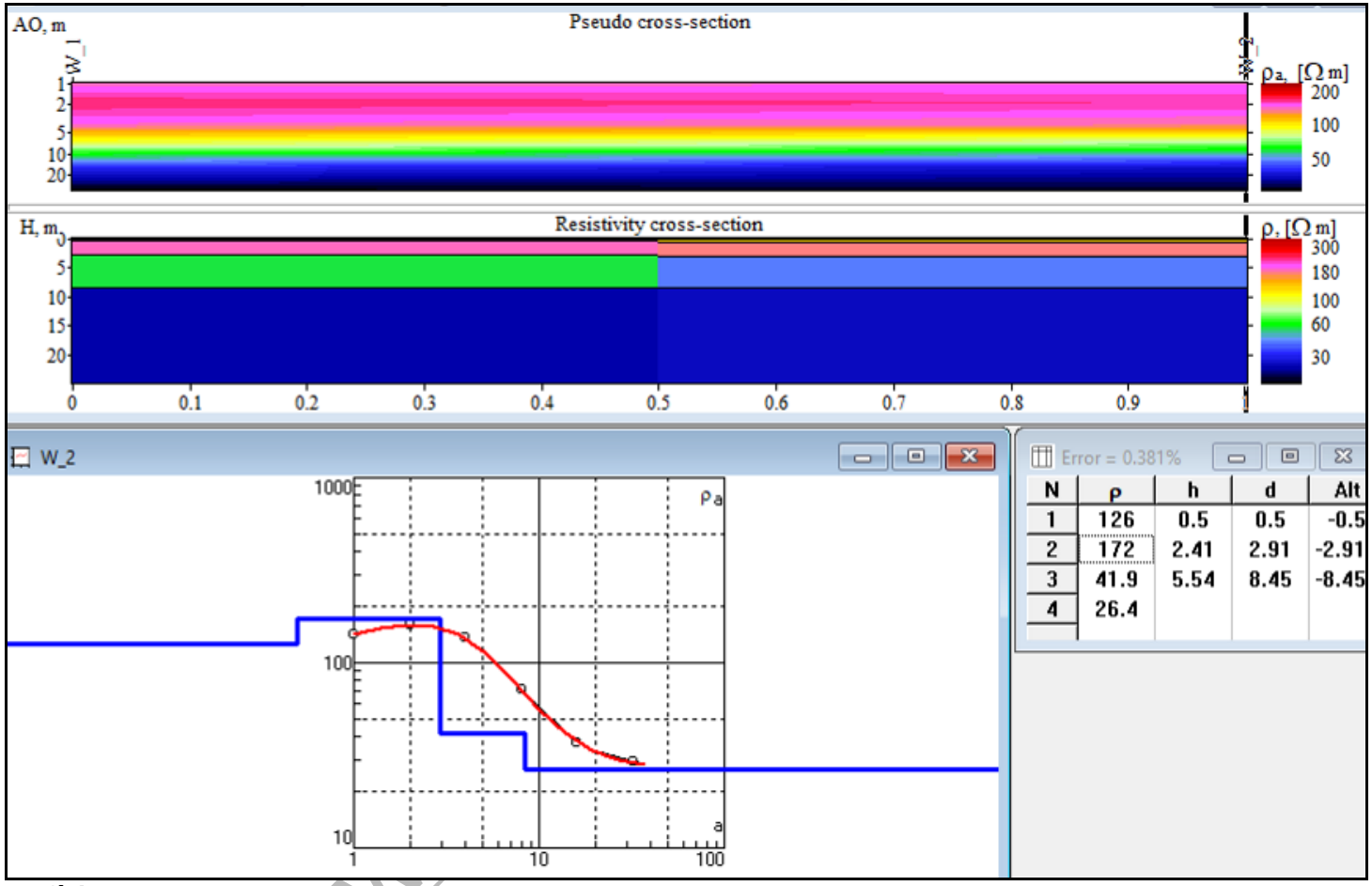
Interpretación Geofísica

En el **SEV 2**, se observan cuatro capas en las que se interpreta el siguiente detalle:
De **0** a **0.6 m** de profundidad, con **33.89 Ohm-m** de resistividad asociado a materiales medios con finos secos.
De **0.6 a 1.55 m** de profundidad, con **155.1 Ohm-m** de resistividad asociado a material medio a grueso.
De **1.55 a 16.13 m** de profundidad con **41.96 Ohm-m** de resistividad asociado a materiales medios.
De **16.13 m** en adelante, con resistividad de **32.25 Ohm-m** corresponde a un suelo medio.

TERRASERV
SOLUCIONES GEOFISICAS
Av. Libertador (Oeste) 280
Capital - CP 5400
San Juan - Argentina

SEV 3



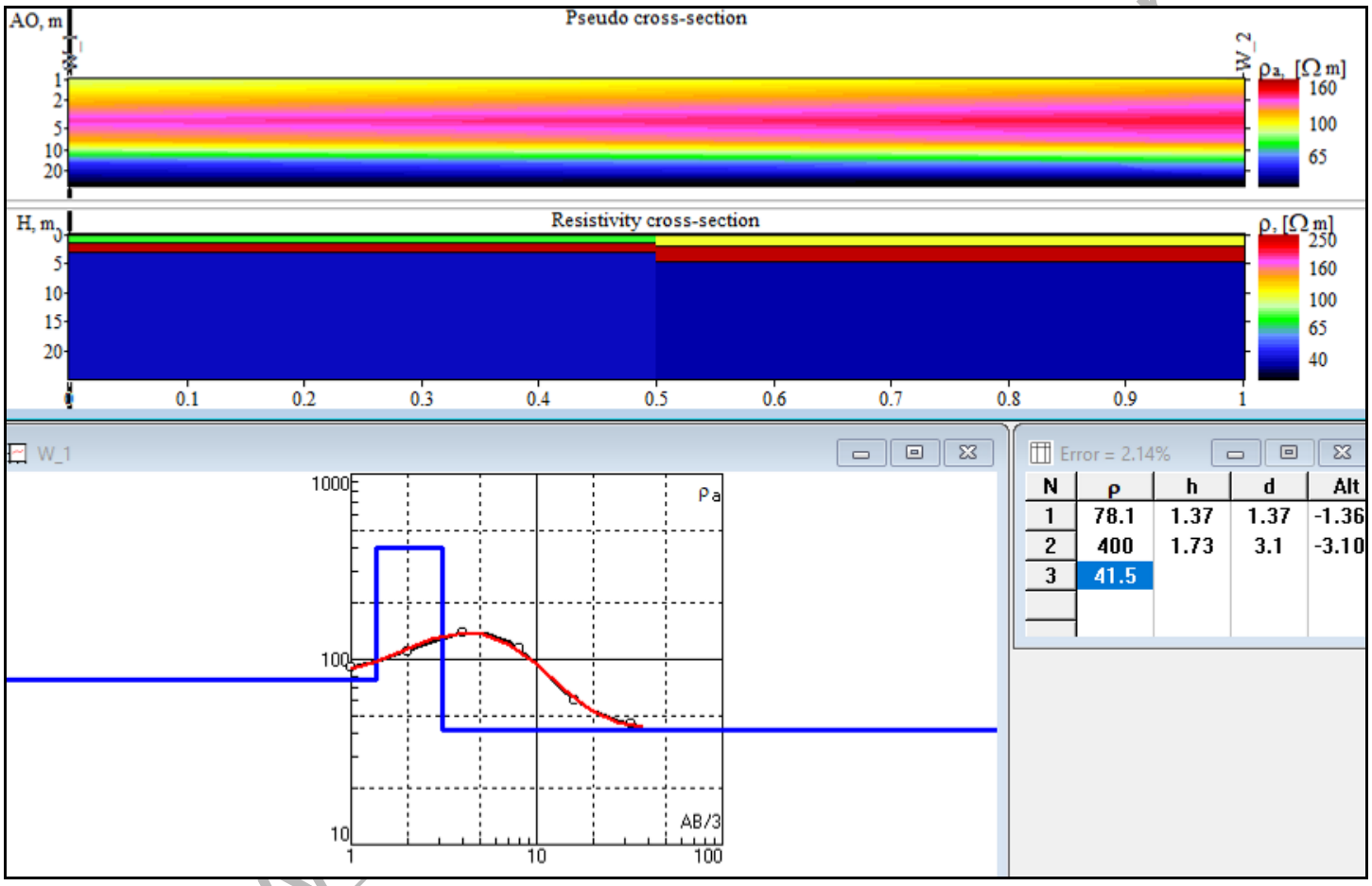


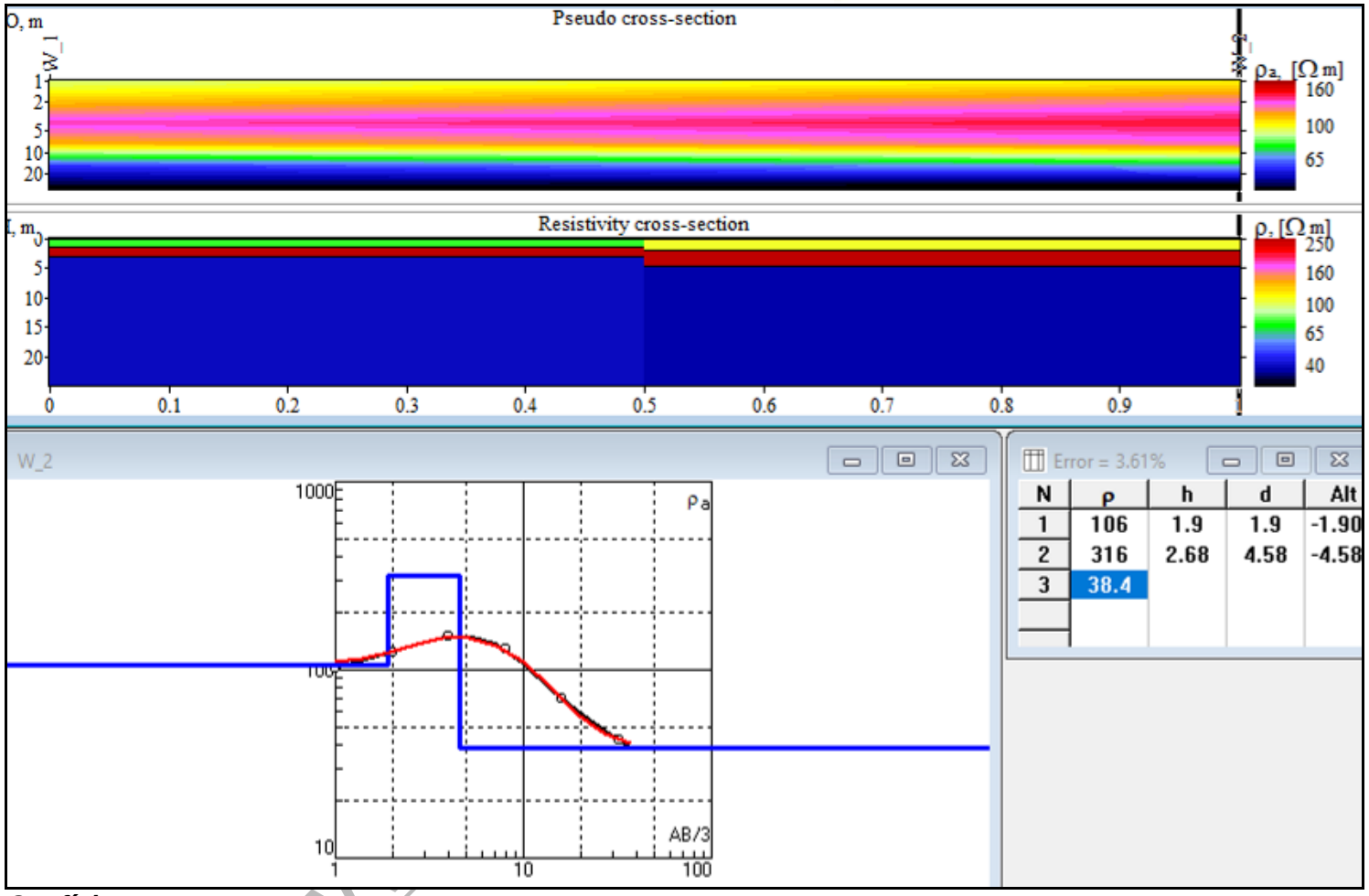
N	ρ	h	d	Alt
1	126	0.5	0.5	-0.5
2	172	2.41	2.91	-2.91
3	41.9	5.54	8.45	-8.45
4	26.4			

Interpretación Geofísica

En el **SEV 3**, se observan cuatro estratos según el siguiente detalle:
De **0 a 0.5 m** de profundidad, con **126 Ohm-m** de resistividad relacionado a depósitos medios a gruesos.
De **0.5 a 2.91 m** de profundidad, con **172 Ohm-m** de resistividad correspondientes a depósitos aluvionales gruesos.
De **2.91 a 8.45 m** de profundidad, con **41.9 Ohm-m** de resistividad asociado a gravas medias con algo de finos.
De **8.45 m en adelante** de profundidad, con **26.4 Ohm-m** de resistividad, la podemos asociar a un material medio con más finos.

SEV 4


AO, m
Pseudo cross-section
W_2
ρa, [Ω m]
160
100
65
H, m
Resistivity cross-section
ρ, [Ω m]
250
160
100
65
40
W_1
ρa
AB/3
Error = 2.14%
N
ρ
h
d
Alt
1
78.1
1.37
1.37
-1.36
2
400
1.73
3.1
-3.10
3
41.5

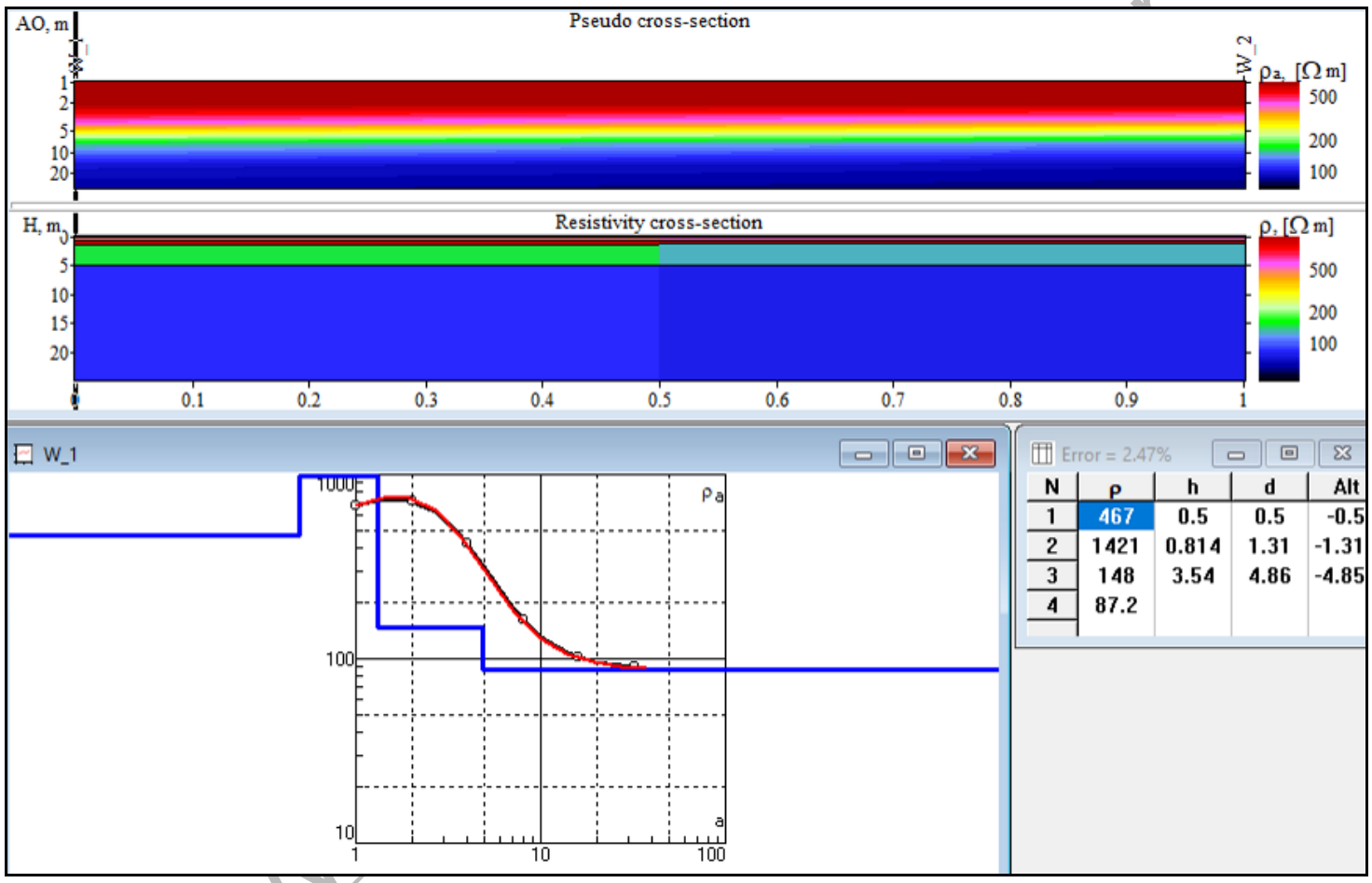


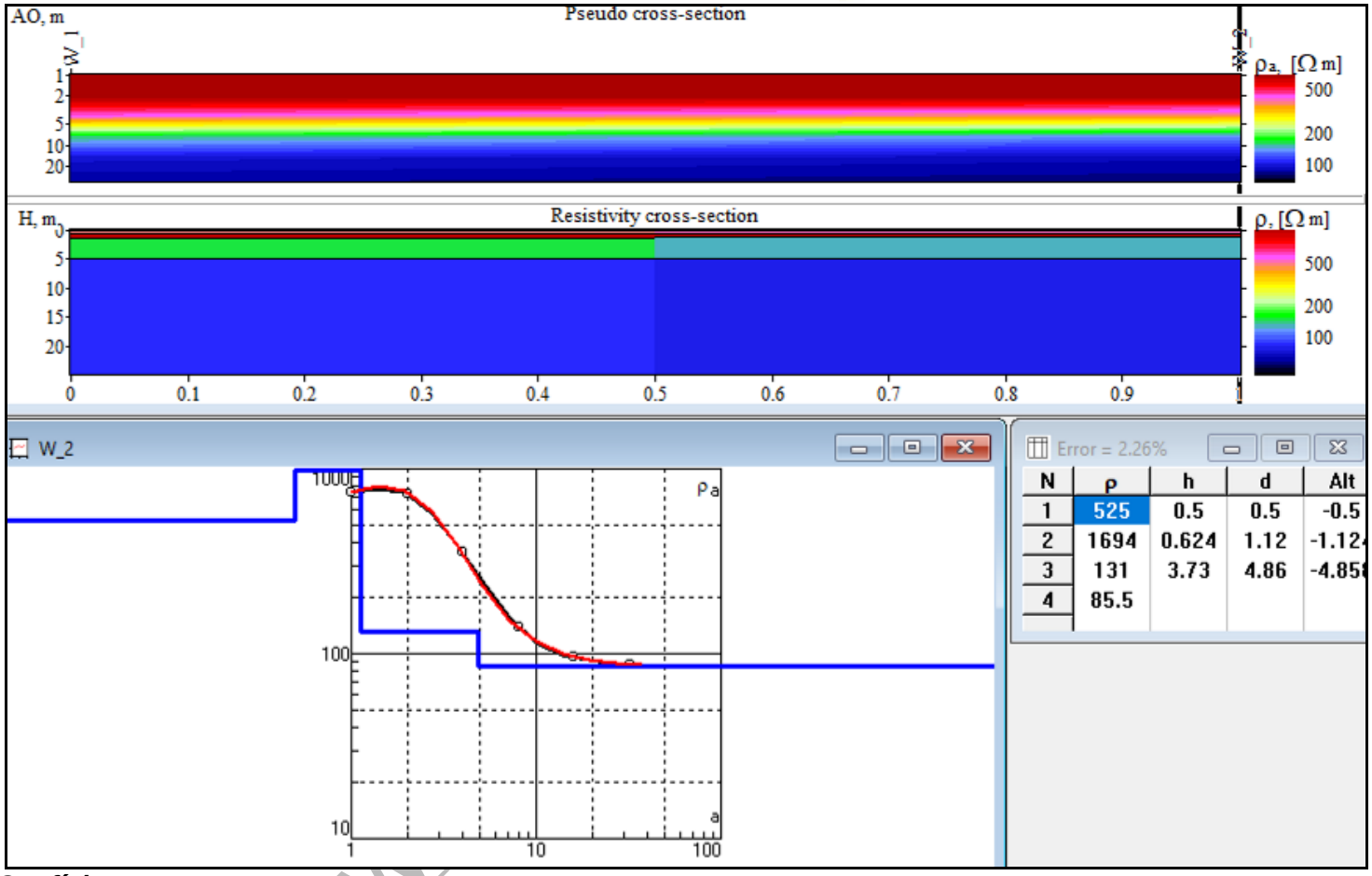
N	ρ	h	d	Alt
1	106	1.9	1.9	-1.90
2	316	2.68	4.58	-4.58
3	38.4			

Interpretación Geofísica

En el **SEV 4**, se observan tres estratos según el siguiente detalle:
De **0 a 1.9 m** de profundidad, con **106 Ohm-m** de resistividad relacionado a depósitos medios.
De **1.9 a 4.58 m** de profundidad, con **316 Ohm-m** de resistividad correspondientes a depósitos aluvionales medios a gruesos
De **4.58 m en adelante** de profundidad, con **38.4 Ohm-m** de resistividad, la podemos asociar a un material fino con medios.

SEV 5

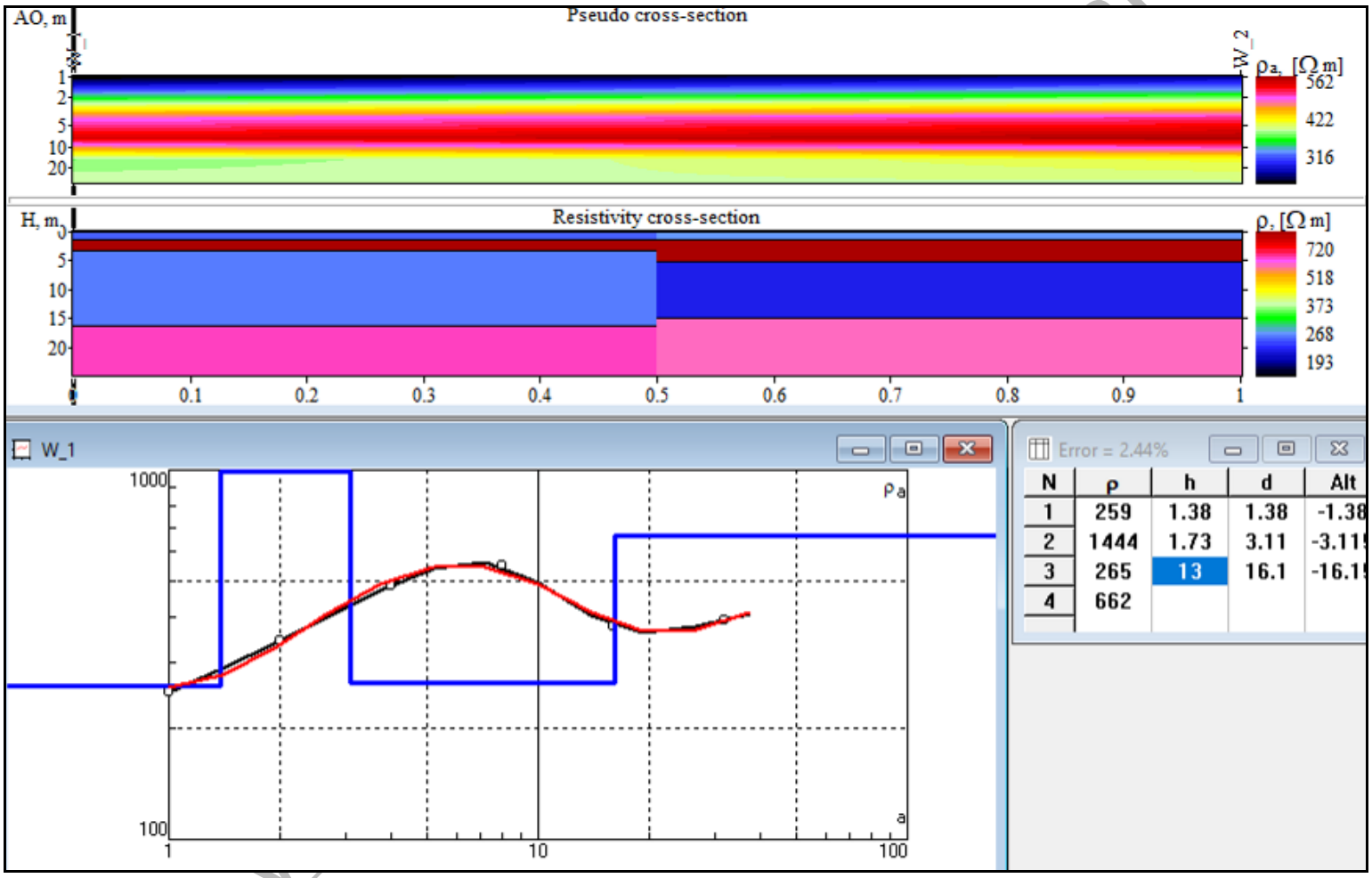

Pseudo cross-section
AO, m
1
2
5
10
20
W_2
ρa, [Ω m]
500
200
100
Resistivity cross-section
H, m
0
5
10
15
20
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
ρ, [Ω m]
500
200
100
W_1
1000
100
10
1
10
100
ρa
a
Error = 2.47%
N | ρ | h | d | Alt
1 | 467 | 0.5 | 0.5 | -0.5
2 | 1421 | 0.814 | 1.31 | -1.31
3 | 148 | 3.54 | 4.86 | -4.85
4 | 87.2

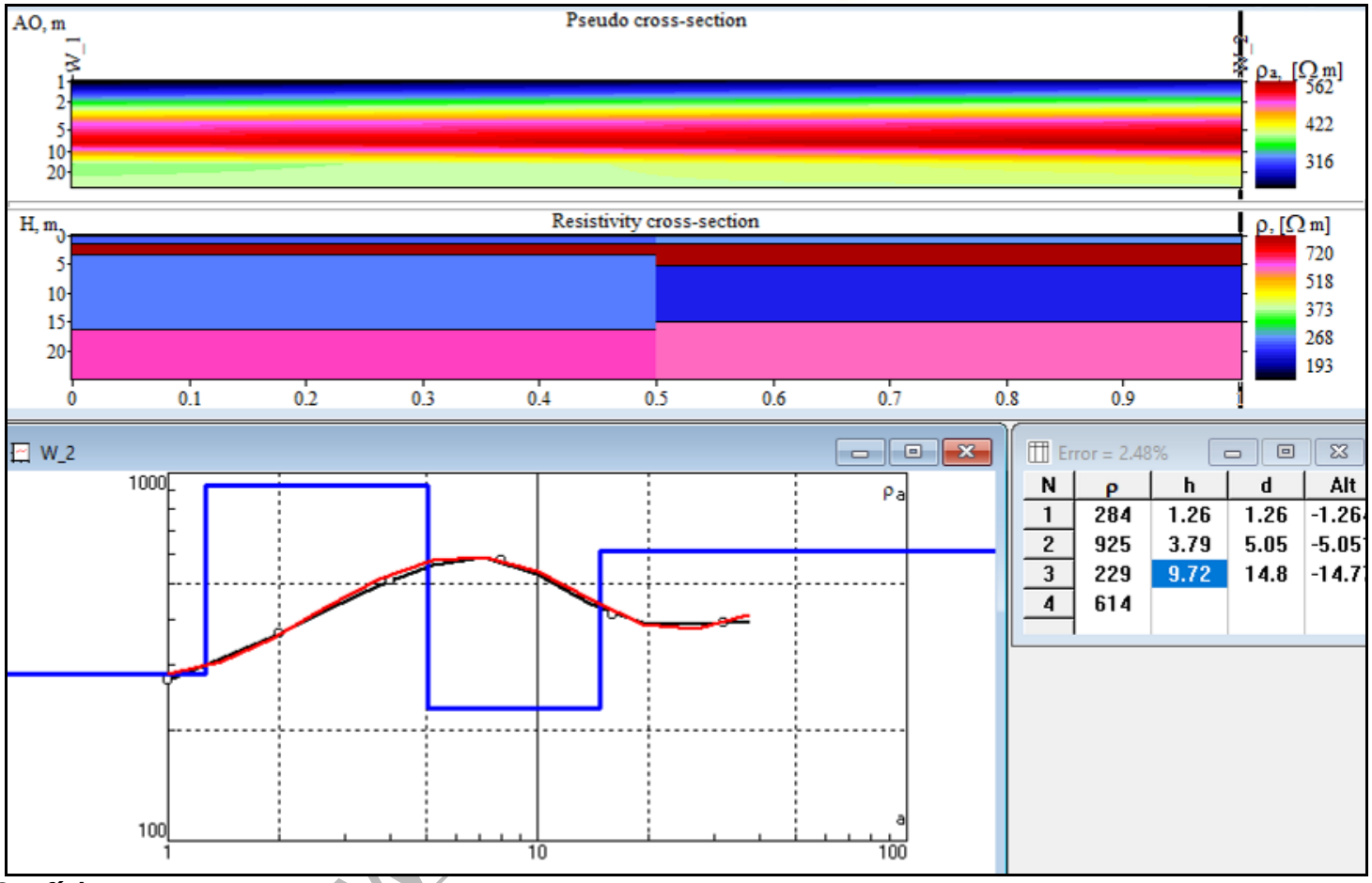


Interpretación Geofísica

En el **SEV 5**, se observan cuatro estratos según el siguiente detalle:
De **0 a 0.5 m** de profundidad, con **525 Ohm-m** de resistividad relacionado a depósitos grueso con medios.
De **0.5 a 1.12 m** de profundidad, con **1694 Ohm-m** de resistividad correspondientes a depósitos aluvionales gruesos.
De **1.12 a 4.86 m** de profundidad con **131 Ohm-m** de resistividad se infiere sedimentos medios con gruesos.
De **4.86 m en adelante** de profundidad, con **85.5 Ohm-m** de resistividad, la podemos asociar a un material medios con finos.

SEV 6

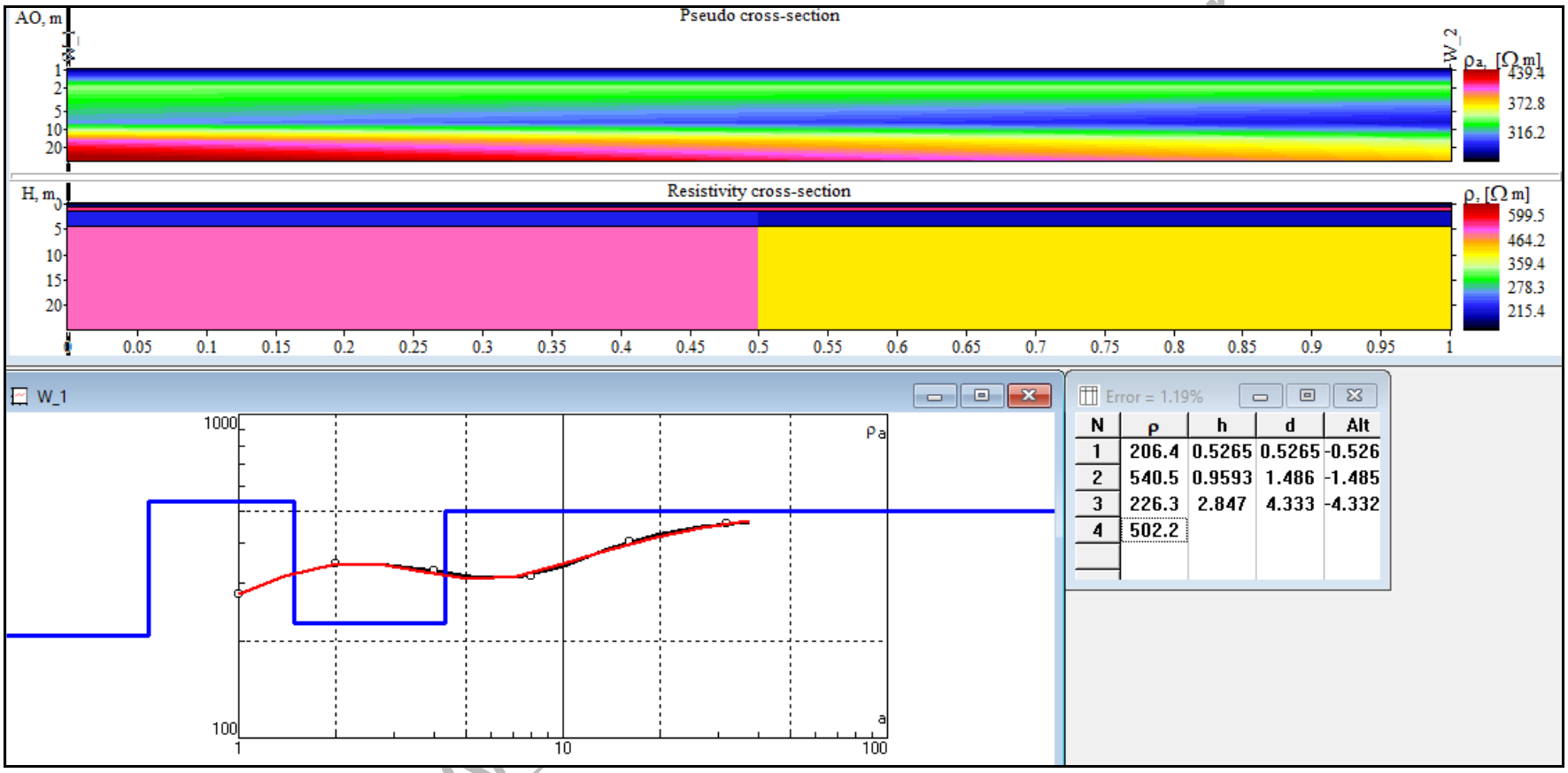

Pseudo cross-section
AO, m
W_2
ρa, [Ω m]
562
422
316
Resistivity cross-section
H, m
ρ, [Ω m]
720
518
373
268
193
W_1
ρa
a
1000
100
1
10
100
Error = 2,44%
N
ρ
h
d
Alt
1 259 1.38 1.38 -1.38
2 1444 1.73 3.11 -3.11
3 265 13 16.1 -16.1
4 662



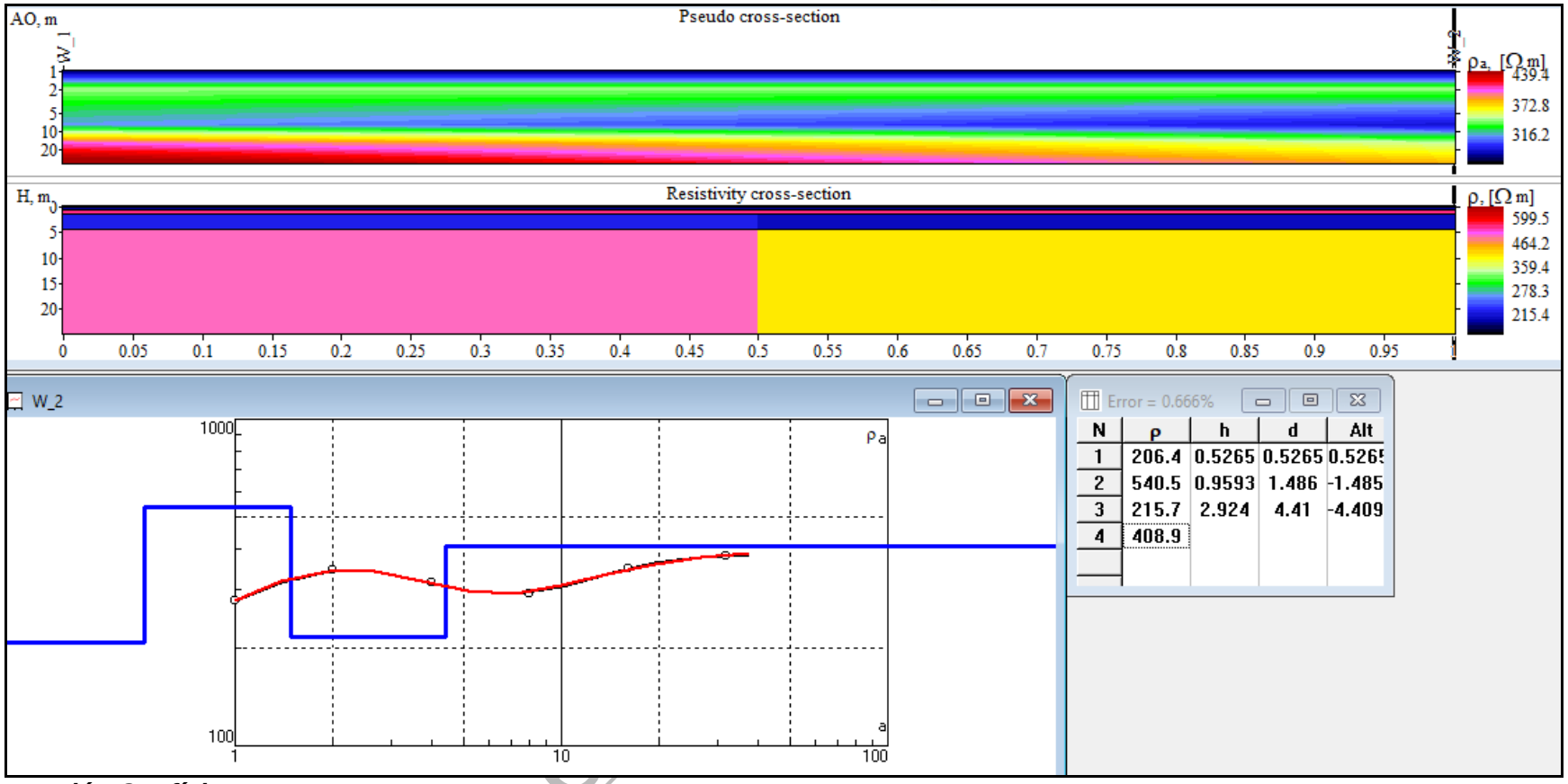
Interpretación Geofísica

En el **SEV 6**, se observan cuatro estratos según el siguiente detalle:
De **0 a 1.26 m** de profundidad, con **284 Ohm-m** de resistividad relacionado a depósitos grueso con medios.
De **1.26 a 5.05 m** de profundidad, con **925 Ohm-m** de resistividad correspondientes a depósitos aluvionales gruesos.
De **5.05 a 14.8 m** de profundidad con **229 Ohm-m** de resistividad se infiere sedimentos gruesos con medios.
De **14.8 m en adelante** de profundidad, con **614 Ohm-m** de resistividad, la podemos asociar a un material grueso con algo de medio.

SEV 7



N	ρ	h	d	Alt
1	206.4	0.5265	0.5265	-0.526
2	540.5	0.9593	1.486	-1.485
3	226.3	2.847	4.333	-4.332
4	502.2			



N	ρ	h	d	Alt
1	206.4	0.5265	0.5265	0.526
2	540.5	0.9593	1.486	-1.485
3	215.7	2.924	4.41	-4.409
4	408.9			

Interpretación Geofísica

En el **SEV 7**, se observan cuatro estratos según el siguiente detalle:
De **0 a 0.52 m** de profundidad, con **206.4 Ohm-m** de resistividad relacionado a depósitos gruesos con medios.
De **0.52 a 1.48 m** de profundidad, con **540.5 Ohm-m** de resistividad correspondientes a depósitos aluvionales gruesos.
De **1.48 a 4.41 m** de profundidad con **215.7 Ohm-m** de resistividad se infiere sedimentos gruesos con medios.
De **4.41 m en adelante** de profundidad, con **408.9 Ohm-m** de resistividad, la podemos asociar a un material gruesos.

El error promedio de ajuste de la curva teórica con la curva de campo de los SEVs efectuados es menos del 3 %, siendo un error admisible debido a que estamos en un ambiente geológico anisótropo, heterogéneo y estratificación variable lateralmente (ni horizontal ni paralela). En cuanto al método geoeléctrico, cabe destacar que las interpretaciones son atribuidas a un punto proyectado verticalmente. Sin embargo las mediciones son sensibles a todo el volumen encerrado por los electrodos de corriente, debido a esto existen puntos “saltados” difícilmente de ajustar para lograr menos error.

RESULTADOS

Según los 14 modelos geoeléctricos (2 por SEV) en ningún sondeo eléctrico se advierte nivel saturado (nivel freático). Por otro lado, según referencias de perforaciones de la zona el nivel freático tienen profundidades que van de 50 a 90 m. En la geoeléctrica las variaciones de resistividad son de 23 a más de 1624 Ohm-m.

En cada locación de los SEV se describe el modelo más representativo de los 2 los cortes geoeléctricos con aperturas de alas en direcciones perpendiculares las cuales son N-S y O-E.

Entre la geoeléctrica y la geología de superficie existe una coherencia en la interpretación de los resultados de las propiedades físicas del subsuelo, donde se relaciona variación de sedimentos de gruesos a finos sin niveles saturados.

En los cortes geoeléctricos se observan variaciones de las resistividades, de sur a norte, del SEV1 al SEV7 debido al cambio de la granulometría, correspondiendo a un ambiente pedemontano.

www.epresanjuan.gob.ar

Eduardo Buloz / Arturo Güell
Geofísicos
MP 006 / 010
264 6601159 / 264 4183079

2020 – "Año del General Manuel Belgrano"

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y POLÍTICA HÍDRICA

INA SCRAS
Instituto Nacional del Agua
Subgerencia Centro Regional de Agua Subterránea

CARTA OFERTA

INA/SCRAS – ENTE PROVINCIAL REGULADOR DE LA ENERGIA (E.P.R.E.)

(NO-2020-54100006-APN-INA#MOP)

RIESGOS HIDROLÓGICOS Y GEOLÓGICOS DEL "PROYECTO INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA EN 132 KV ZONA SUR DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN Y PROYECTO INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA EN 132 KV ZONA ESTE DEL GRAN SAN JUAN"

Departamentos: Rivadavia, Pocito, Sarmiento, Santa Lucía y Rawson.

PROVINCIA DE SAN JUAN

Autores: Ing. José Urnicia
Lic. Carelli Fernanda
Lic. Víctor Hugo Sánchez
Bioing. Irene Ortega

www.epresanjuan.gob.ar

INFORME TÉCNICO – IT- 396 – SAN JUAN, SEPTIEMBRE DE 2020

ÍNDICE

1 RESUMEN....1
2 INTRODUCCION....1
3 UBICACIÓN DE ACCESOS....2
4 OBJETIVOS....5
5 METODOLOGÍA DE TRABAJO....5
6 UBICACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ÁREAS ANALIZADAS....5
6.1 Fisiografía regional....6
6.2 Relieve general del área....8
6.3 Relieve Pedemontano....8
6.4 Caracterización Geológica....10
6.4.1 Afloramientos de rocas calcáreas que constituyen la Sierra Chica de Zonda....10
6.4.2 Afloramientos de rocas sedimentarias terciarias....11
6.5 Conos Aluviales Antiguos (relictos)....11
6.5.1 Conos Aluviales Modernos....12
6.5.2 Conos Aluviales Actuales....13
6.5.3 Geoformas del Valle de Tulúm....13
6.5.3.1 Cono Aluvial Antiguo del río San Juan....14
6.5.3.2 La Planicie Aluvial del Río San Juan....14
7 CARACTERIZACÓN GOEMORFOLÓGICA....15
8 ESTRUCTURA....19
9 GEOLOGIA DE SUBSUELO....21
10 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS....22
11 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA....27
11.1 Interconexión Zona Este....27
11.2 Interconexión Zona Sur....27
12 HIDROLOGÍA....28
12.1 Pluviometría....28
12.2 Precipitaciones Máximas Probables....32
12.2.1 Determinación de las Precipitaciones Máximas Probables....32
12.2.2 Precipitaciones Máximas Probables (PMP) sugeridas....37
12.2.3 Intensidades de las lluvias de diseño....38
12.2.4 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia....40
12.2.5 Cálculo de los caudales máximos probables....43
12.2.6 Cálculo de los tiempos de concentración de las cuencas....43

www.epresanjuan.gob.ar

12.2.7 Período de retorno a considerar en los cálculos 46
12.2.8 Intensidades máximas probables de las lluvias de diseño 47
12.2.9 Método Racional Generalizado 48
12.2.10 Método del Soil Conservation Service 51
13 CONCEPTOS PRINCIPALES DE RIESGOS GEOLÓGICOS 56
13.1 Riesgos y Peligros Geológicos 56
13.2 Riesgo de inundación 57
13.3 Riesgo de erosión 58
13.4 Riesgo de colapsos 58
13.5 Riesgo Hidrológico 59
14 ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA ZONA INVESTIGADA 59
15 CONCLUSIONES 67
16 RECOMENDACIONES 68
17 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA E INFORMACIÓN OBTENIDA 68

FIGURAS

Figura 1: Ubicación área 1 3
Figura 2: Ubicación área 2 4
Figura 3: Mapa geológico con áreas de trabajo 6
Figura 4: Precordillera de San Juan 7
Figura 5: Mapa Fisiográfico del Valle de Tulúm, (Zambrano, 1986). 10
Figura 6: Mapa geológico Valle de Tulúm 18
Figura 7: Mapa estructural del Valle de Tulúm (Zambrano, 1986) 20
Figura 8: Curvas de Igual Profundidad del Agua Subterránea. Valle de Tulúm. (Medición: Año 2019). 23
Figura 9: Perfil geológico Valle de Tulúm 24
Figura 10: Imagen de cuencas y ríos influyentes en el área de la línea de interconexión Este 44
Figura 11: Imagen de cuencas y ríos influyentes en el área de la línea de interconexión Sur 45
Figura 12: Áreas aluvionales activas e inactivas en el piedemonte de la Sierra Chica de zonda 63
Figura 13: área de la E: T. Nueva San Juan 65
Figura 14: se aprecia el Cono Aluvial Antiguo del Río San Juan y el contacto lateral con el Piedemonte, en el norte de La Rinconada 65
Figura 15: Área de La Rinconada 66
Figura 16: se aprecian los relieves de la zona sur de Rinconada en la que se define al Cerrillo Valdivia y sus áreas laterales 66
Figura 17: ubicación del extremo sur de la Interconexión 66

www.epresanjuan.gob.ar

TABLAS

Tabla 1: Variabilidad de los niveles de agua subterránea, en el sector de estudio de la zona sur 25
Tabla 2: Variabilidad de los niveles de agua subterránea, en la Interconexión Este 26
Tabla 3: Estaciones Pluviométricas cercanas al área de estudio..... 29
Tabla 4: Precipitaciones medias mensuales 29
Tabla 5: Precipitaciones anuales registradas en estaciones del pie de monte del Tontal -..... 30
Tabla 6: Precipitaciones medias, mínimas y máximas registradas en las estaciones observadas..... 31
Tabla 7: Porcentajes precipitados según periodo estival o invernal..... 31
Tabla 8: Precipitaciones diarias máximas anuales..... 33
Tabla 9: Aplicación del método de Gumbel..... 36
Tabla 10: Precipitaciones diarias máximas probables - Método de Gumbel 37
Tabla 11: Precipitaciones e intensidades diarias máximas probables ampliadas..... 38
Tabla 12: Intensidades de lluvias correspondientes a distinto periodos de retorno 39
Tabla 13: Período de retorno y riesgo de falla según la vida útil considerada..... 46
Tabla 14: Determinación de Caudales máximos probables de crecidas – Sector Sur..... 55
Tabla 15: Determinación de Caudales máximos probables de crecidas – Sector Este 56
Tabla 16: Tabla de peligrosidad 57

www.epresanjuan.gob.ar

1 RESUMEN

En las actividades planificadas y ejecutadas en la zona de estudio, se aplicaron técnicas de investigación hidrogeológica de uso normal de la Subgerencia Centro Regional de Aguas Subterráneas, con la finalidad de satisfacer el objetivo principal del trabajo; éste es la investigación de los aspectos hidrogeológicos y definición de los posibles riesgos geológicos del sector situado a lo largo de la traza de las líneas eléctricas de interconexión proyectadas en la zona sur - oeste de la Ciudad Capital de la Provincia de San Juan y en la zona este del Gran San Juan.

Los resultados del trabajo contribuirán a la confección del Informe de Impacto Ambiental que el Ente Regulador de la Energía Eléctrica (E. P. R. E.) de San Juan tiene a su cargo.

El conocimiento geológico del área de ubicación de los proyectos de interconexión eléctrica y las implicancias de los aspectos hidrogeológicos, permitirá a las autoridades de E. P. R. E. contar con información actualizada con la cual podrá satisfacer sus distintos requerimientos sobre la infraestructura eléctrica.

Palabras clave: Investigación Hidrogeológica – Hidrología Superficial y Subterránea – Geomorfología – Riesgo Geológico

2 INTRODUCCION

Las actividades realizadas para el proyecto “INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA EN 132 KV ZONA SUR DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN e INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA EN 132 KV ZONA ESTE DEL GRAN SAN JUAN”, se enmarcan en la Carta Oferta Nº NO-2020-54100006-APN-INA#MOP firmada entre el Ente Provincial Regulador de la Energía (EPRE) y el Instituto Nacional del Agua (INA) representado por la Subgerencia Centro Regional de Aguas Subterráneas (SCRAS).

El informe tiene como objetivo general definir, a lo largo de los sectores donde se proyecta construir las líneas de interconexión eléctrica, los riesgos hidrológicos y geológicos de las estructuras a construir.

Para cumplir con los objetivos propuestos se aplican criterios geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos a lo largo de la traza de las líneas eléctricas proyectadas entre los departamentos Sarmiento, Pocito y Rivadavia (Interconexión Sur) y entre Santa Lucía y Rawson (entre E. T. Rawson-Pocito y las E. T. Santa Lucía). Con ello se determina las características de los depósitos sedimentarios, afloramientos rocosos, estructura geológica, situación con respecto a la cuenca del Valle de Tulúm, comportamiento hidrogeológico, ocurrencia de niveles saturados, etc. Que implican riesgos geológicos e hidrológicos para las obras proyectadas.

Las autoridades del E. P. R. E. recibirán información actualizada de la dinámica geológica, geomorfológica e hidrogeológica a fin de satisfacer las necesidades del Informe de Impacto Ambiental.

www.epresanjuan.gob.ar

3 UBICACIÓN DE ACCESOS

Al área de la Interconexión Sur se accede desde la ciudad Capital por la Avenida Ignacio de La Roza en dirección al oeste hasta empalmar con la calle Chacabuco por la cual se ingresa a la calle 5 o Agustín Gómez siguiendo por ésta al oeste se accede al predio de la E. T. Nueva San Juan. Para recorrer el área donde se proyecta construir la Interconexión Sur se continúa por el acceso mencionado y luego se prosigue por la huella de servicio de una línea de alta tensión ya existente la que junto a otros numerosos ingresos permiten recorrer los distintos sectores de la zona de interés. Entre ellos se cuentan las denominadas Calles 8, 9, 11, 13 y 15 y en la zona del Cerrillo Valdivia se recorre el sector a partir de la R. N. Nº40 siguiendo los accesos que bordean a esta elevación por el norte y sur.

Desde la localidad de Cañada Honda en dirección al oeste se cruza a la traza definida por el E.P.R.E.; También desde Guanacache es posible recorrer una parte de la traza ingresando a las propiedades agrícolas existentes y finalmente acceder al predio de la E. T. Retamito. (Figura 1).

La línea de Interconexión Eléctrica Zona Este, se ubica en el departamento Rawson en su mayor tramo, para acceder a la misma desde el predio de la Estación Transformadora Santa Lucía situada en la ruta nacional Nº 20 y hacia el sur hasta la intersección de calles Cervantes y Pío XII. (Figura 2)

A la E. T. Santa Lucía se llega por el acceso este de la ruta nacional N° 20. De allí se puede seguir la línea de interconexión hacia el sur por las calles Martín Güemes, Honduras, Aguilar, Castillo, Florida, Mir, Las Mendocinas, Abraham Tapia, Agustín Gómez y Cervantes.

El territorio investigado se desarrolla entre las coordenadas geográficas siguientes:

NW: 31º 32’ 40’’/ 68º 40’ 40’’

SE: 32º 07’ 30’’ / 68º 28’ 00’’

y Gauss Krügger siguientes:

X= 6510581,57 / Y= 2530597,44

X= 6335227,89 / Y= 2549771,60

Cabe aclarar que con la finalidad de satisfacer el requerimiento de E.P.R.E se hace necesario extender el área de estudio en dirección al oeste y un poco al este respectivamente de los límites mencionados anteriormente, para abarcar la totalidad de la superficie de las cuencas receptoras del drenaje fluvial, que tienen activa influencia sobre las trazas de las líneas eléctricas proyectadas.

www.epresanjuan.gob.ar

La Interconexión Sur se ubica al oeste y sur del Valle de Tulúm, abarcando una extensión de aproximadamente 60km de longitud y unos 15 a 20km de ancho; está comprendida en los departamentos Sarmiento, Pocito y Rivadavia (Figura 1).

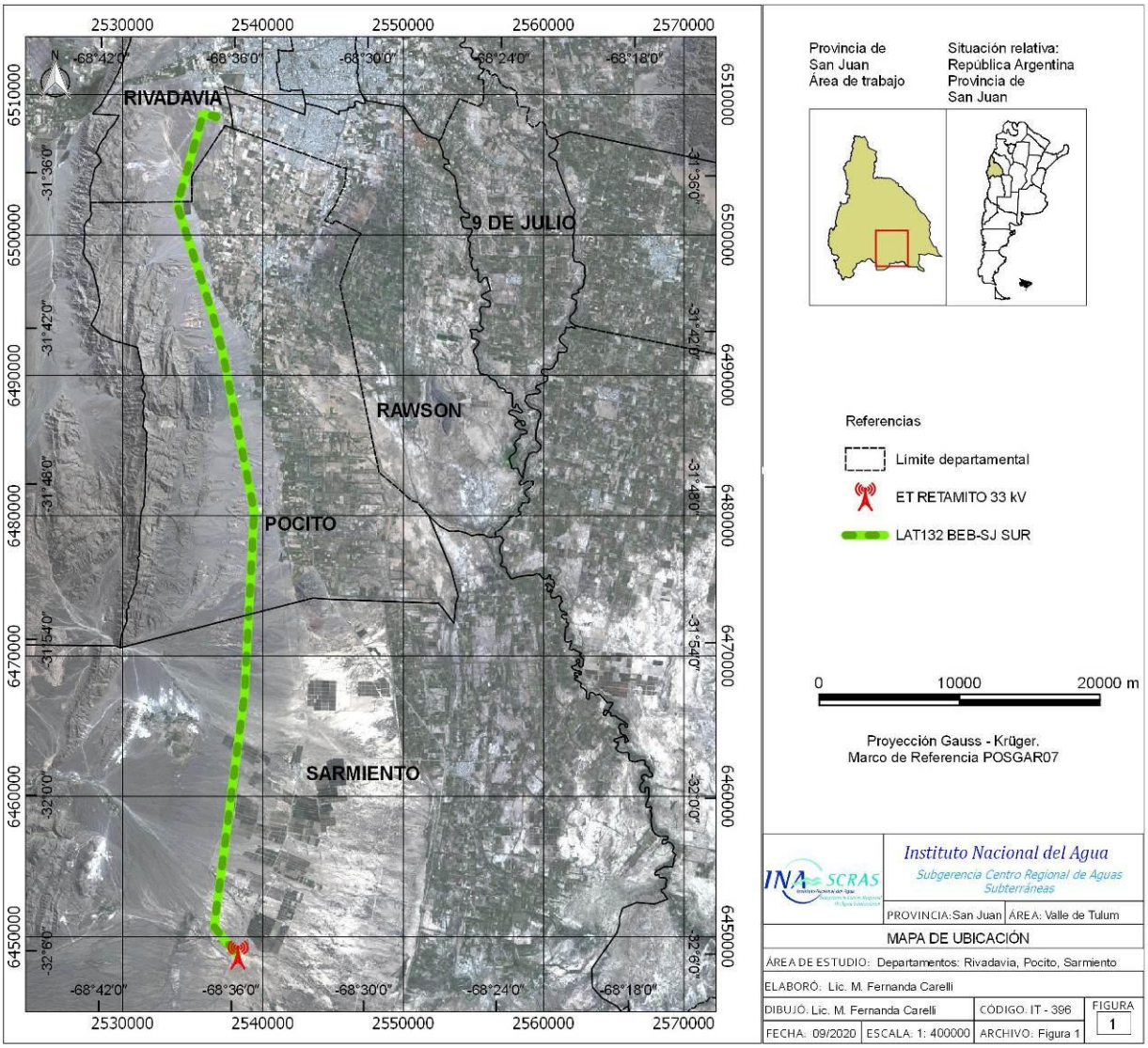


Figura 1: Ubicación área 1

La Interconexión de la Zona Este se ubica al este del Gran San Juan, abarcando una extensión de aproximadamente 7km de longitud y unos 2km de ancho; está comprendida en los departamentos de Santa Lucía y Rawson (Figura 2).

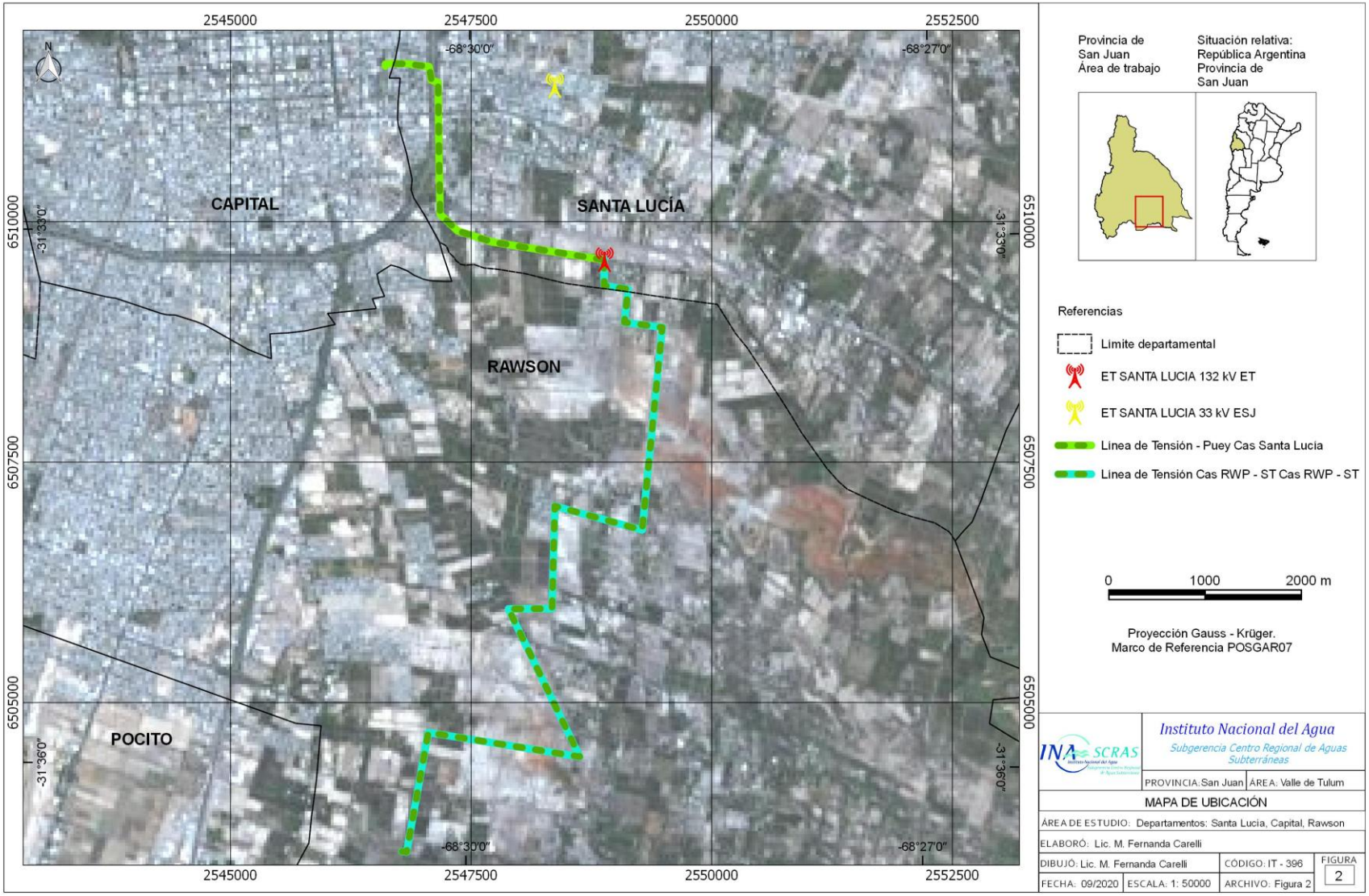


Figura 2: Ubicación área 2

4 OBJETIVOS

Evaluar las condiciones Geológicas, Geomorfológicas e Hidrogeológicas del piedemonte de la Sierra Chica de Zonda donde se ha planificado establecer la Interconexión Sur desde Retamito hasta la E. T. Nueva San Juan, al igual que en la línea que interconectará la E. T. Rawson-Pocito con las E. T. Santa Lucía de 132Kv y 33Kv.

Estimar el comportamiento de los terrenos existentes ante las estructuras que se ha planificado construir y definir cuáles son los posibles riesgos hidrológicos y geológicos de la superficie analizada.

Esta investigación de los aspectos hidrogeológicos tiene como finalidad contribuir a la confección del Informe de Impacto Ambiental que el Ente Regulador de la Energía Eléctrica (E. P. R. E.) de San Juan tiene a su cargo.

5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las tareas efectuadas para satisfacer los objetivos propuestos son las siguientes:

Recopilación de antecedentes geológicos, geomorfológicos, imágenes satelitales mediante ordenadores personales y software especializados que permitieron obtener los planos geológico, geomorfológico e hidrogeológico.

Con los datos obtenidos de las distintas estaciones meteorológicas se realizó el cálculo de las lluvias máximas probables para la totalidad del área analizada.

A partir de toda la información obtenida se evalúan los riesgos hidrológicos y geológicos de los terrenos analizados.

6 UBICACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ÁREAS ANALIZADAS

La Interconexión Sur cuya ubicación fue delimitada por el E.P.R.E., se extiende desde la E.T. Retamito en el departamento Sarmiento hasta la E.T. Nueva San Juan en el departamento Rivadavia; por su parte la Interconexión Este se extiende en la zona central del Valle de Tulúm, la ubicación de ambas se aprecia en el Mapa Geológico (Figura 3).

www.epresanjuan.gob.ar

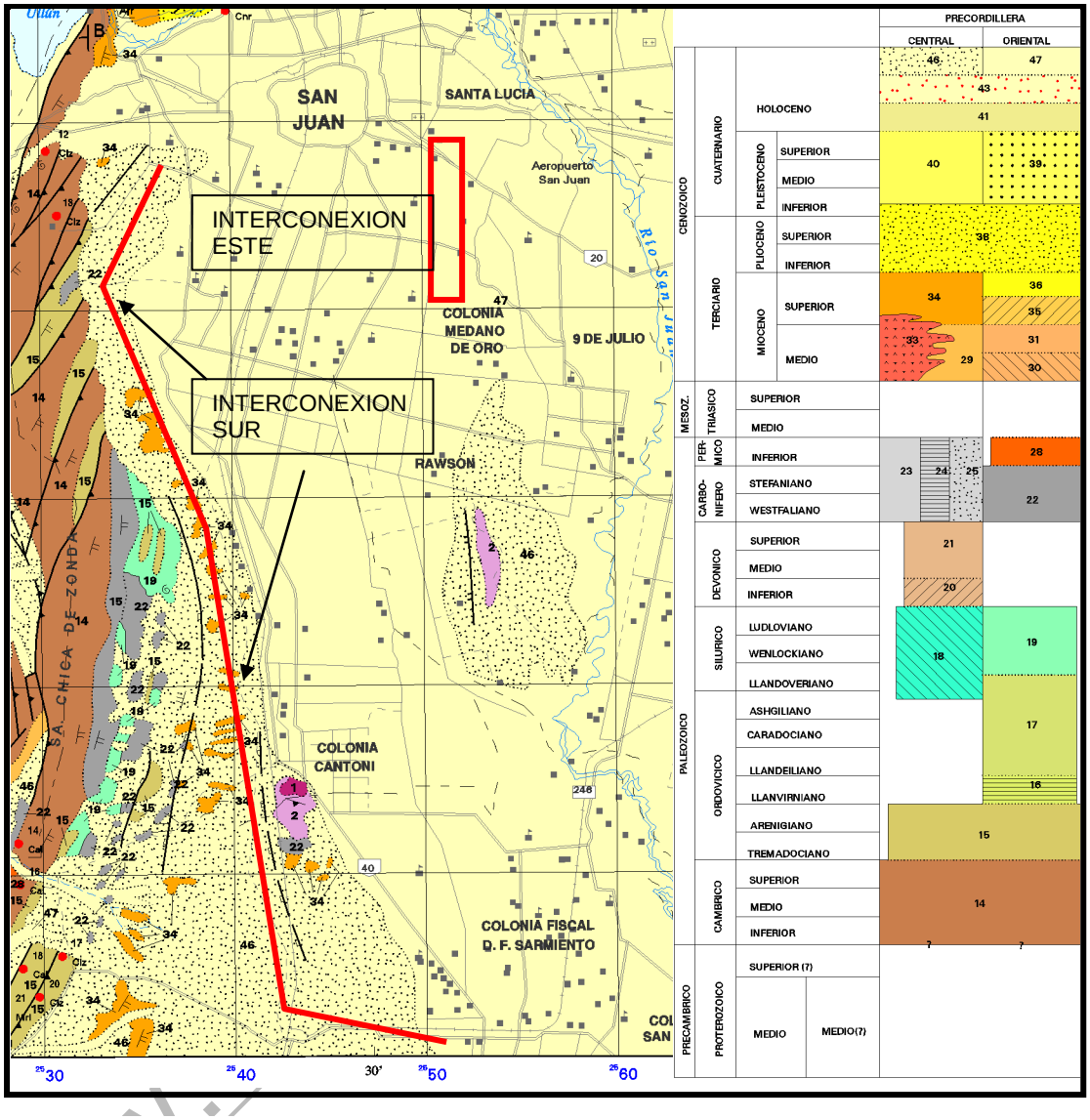


Figura 3: Mapa geológico con áreas de trabajo

6.1 Fisiografía regional

Regionalmente la línea de Interconexión Sur, se inserta en la mega unidad morfo estructural que caracteriza el relieve de la región central de la provincia de San Juan: la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. Esta mega estructura se divide a su vez en 3 sectores que de oeste a este se denominan Precordillera Occidental, Precordillera Central y Precordillera Oriental. El sector analizado se ubica sobre la vertiente este de la Precordillera Oriental.

El relieve general de la Precordillera es de bloques de montañas sub paralelas de orientación aproximada norte-sur que delimitan múltiples depresiones internas y externas. Entre éstas últimas se

destaca el Valle de Tulúm (depresión de origen tectónico) por su extensión física y su importancia económica. Figura 4.

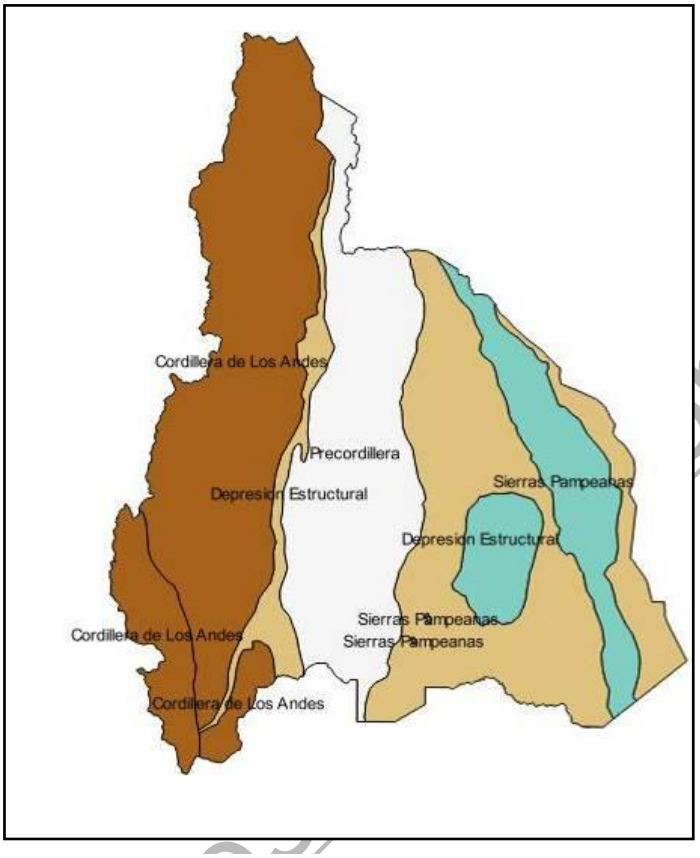


Figura 4: Precordillera de San Juan

Entre los bloques montañosos y el amplio Valle de Tulúm (extremos topográficos significativos) se desarrolla un extenso Piedemonte que actúa como nexo entre ellos; otro relieve destacable son lomadas de distintas alturas topográficas que interrumpen la continuidad física del Piedemonte o se ubican entre los bloques serranos, se destacan por su fisonomía el tren de cerrilladas que se disponen entre la Sierra Chica de Zonda y el Valle de Tulúm, resaltando también el denominado Cerro Valdivia.

La Interconexión Este se ubica en la depresión tectónica de Tulúm, en el límite entre el Abanico Aluvial Antiguo del Río San Juan y su Llanura Aluvial.

El paisaje actual, debe su origen a la conjunción de procesos orogénicos, climáticos y biológicos; entre los primeros son de gran importancia las distintas fases de los movimientos andinos; la erosión y depositación hídrica y la antropización del área con fines agrícolas e industriales (canteras de calizas, hornos de cal, explotaciones agrícolas, etc.) constituyen los exponentes principales de los factores climáticos y biológicos.

6.2 Relieve general del área

En la superficie en estudio se diferencian notables formas de relieve que de modo general son las siguientes:

1-Elevaciones montañosas principales: A) Sierra Chica de Zonda (integrada por los cordones de Las Lajas y de La Flecha y los cerros Las lajas, Rinconada y Pedernal de Los Berros), margina por el oeste al Valle de Tulúm; está conformada por afloramientos de rocas calcáreas asignadas al Paleozoico Inferior, rocas sedimentarias del Paleozoico Medio y por conglomerados, areniscas, limolitas y arcilitas del Terciario (Paleógeno y Neógeno) sobrepuestas a las anteriores. B) Cerro Valdivia que aflora como representante muy localizado del Basamento Cristalino conformado por rocas de edad paleozoica inferior, cubiertas por terrenos de menor edad.

2- Cerros y lomadas: Situadas en grupos o como formas aisladas se aprecian cerros y lomadas dispuestas sobre la margen oriental de las elevaciones principales; están constituidas por estratos de rocas asignadas al Terciario y cubiertas total o parcialmente por sedimentos aglomerádicos de edad cuaternaria.

Son de gran importancia los que se ubican en el borde oriental de la Sierra Chica de Zonda, en todos los casos el núcleo de las lomadas está conformado por un complejo de rocas sedimentarias de colores rojo-anaranjado hasta amarillo, son rocas (comparativamente) de menor resistencia a la erosión hídrica que los afloramientos de rocas más antiguos, lo que da lugar a la formación del relieve de Bad Lands que las caracteriza.

En general los cerros y lomadas se inclinan hacia el oriente desapareciendo por causas estructurales y/o erosivas bajo la cubierta de sedimentos aluvionales y fluviales del Cuaternario. Figura 4

6.3 Relieve Pedemontano

A lo largo del flanco oriental de la sierra Chica de Zonda y en menor medida en ambas vertientes del Cerro Valdivia se aprecia el desarrollo del Piedemonte que representa el nexo entre las elevaciones montañosas y la depresión tectónica de Tulúm que como se aprecia posee un notable desarrollo de geoformas.

La totalidad de este relieve está conformado por Conos y Abanicos Aluviales de dimensiones proporcionales a la altura topográfica del cordón montañoso al cual se hallan conectados; se distinguen varios niveles aterrazados reunidos en Conos Aluviales Antiguos, Conos Aluviales Modernos y Conos Aluviales Actuales, todos ellos descienden desde el frente montañoso hacia el fondo del valle vecino, correspondiéndoles, por lo tanto, una altura topográfica y pendientes intermedias entre ambos extremos topográficos.

www.epresanjuan.gob.ar

El origen y extensión superficial de las mismas responden a la actividad de las distintas redes fluviales que se han instalado sobre los estratos de rocas de edad paleozoica y terciarias; en las primeras se aprecian canales angostos, de barrancas abruptas, adaptados al buzamiento de los estratos, a las estructuras y resistencia a la erosión de dichas rocas; en las segundas (lomadas y cerros aislados) ocupan una mayor superficie pues a lo largo de su trayecto colectan una densa red de canales de reducida magnitud, instalados y adaptados a la resistencia erosiva de las rocas generando el relieve de Bad Lands.

Cabe destacar el paralelismo y longitud de los canales erosivos (principales y secundarios) cuando siguen los estratos prácticamente verticales y también los ángulos rectos con que los afluentes se vuelcan a los cauces principales; ello demuestra el fuerte control estructural que ejercen las paredes de afloramientos de rocas compactas en las cuales están elaboradas.

Una vez que abandonan las serranías e ingresan en los terrenos del piedemonte (de variada amplitud superficial), conformados por terrenos aluvionales, cambian rápidamente las pendientes, modificándose la forma y dimensiones (ancho, profundidad, forma del talwegg, longitud, etc.) y de manera especial la densidad de los canales naturales, influenciados por la menor resistencia erosiva de las rocas terciarias por un lado y de los sedimentos que las cubren por otro.

Lo expresado, tiene sus consecuencias en el aspecto geomorfológico, ya que al perder capacidad y competencia de transporte, construyen amplios conos y abanicos aluviales; en la Figura 5 se evidencian las unidades mencionadas sobre las que se han superpuesto las Interconexiones en estudio.

Estas características se hallan directamente relacionadas a la mayor o menor capacidad de arrastre de los aluviones que, a su vez, dependen fundamentalmente de la magnitud y distribución de las precipitaciones, sobre todo de las lluvias convectivas estivales de reducida duración y elevada intensidad.

En la depresión tectónica de Tulúm se destaca el desarrollo del Abanico Aluvial Antiguo del río San Juan que abarca una extensa superficie desde la boca de la Quebrada de Zonda en dirección al noreste, este y sureste. Esta mega unidad sedimentaria está limitada al oriente por la Llanura Aluvial del río San Juan.

Las mencionadas unidades sedimentarias son de gran importancia económica dado que sobre ellas se ubica el conglomerado urbano del Gran San Juan y se desarrolla la mayor actividad agrícola de la Provincia.

www.epresanjuan.gob.ar

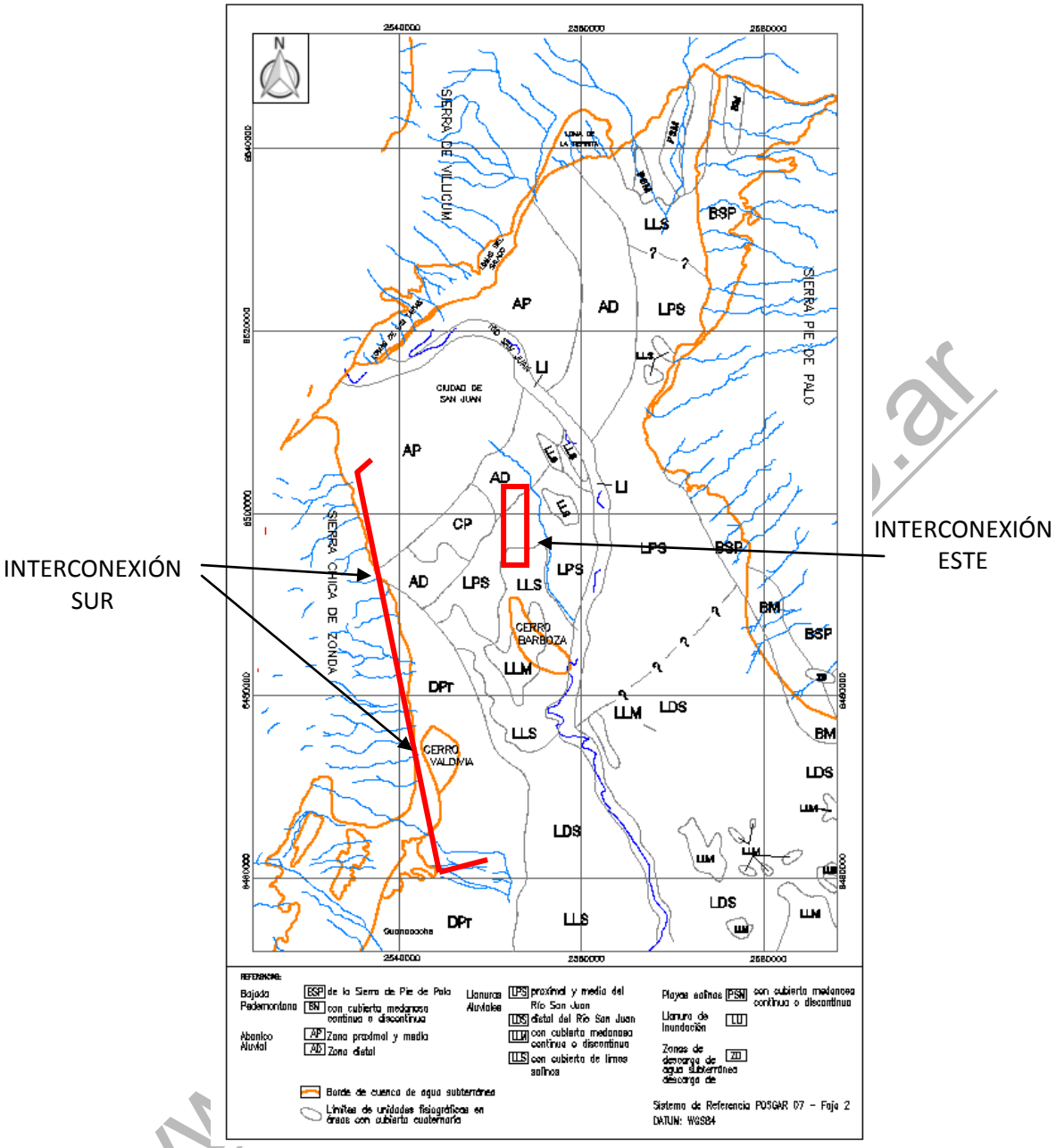


Figura 5: Mapa Fisiográfico del Valle de Tulúm, (Zambrano, 1986).

6.4 Caracterización Geológica

6.4.1 Afloramientos de rocas calcáreas que constituyen la Sierra Chica de Zonda

Conformando el núcleo principal de la Sierra Chica de Zonda se destacan potentes capas de calizas y dolomias con pedernal de edad Cambro-Ordovicica; su levantamiento y aspecto paisajístico actual se deben a la tectónica andina que ha provocado su desplazamiento hacia la superficie a lo largo de una fractura inversa (de alto ángulo superficial e inclinada hacia el este) de extensión regional situada en su flanco occidental.

Este complejo rocoso, de origen marino, constituye una pronunciada pared prácticamente vertical de rocas resistentes a la actividad erosiva fluvial local (propia de un ambiente desértico ya que en climas húmedos son fácilmente afectadas).

En sus afloramientos se observan valles fluviales paralelos entre sí, con sus nacientes en las cumbres de la montaña; estos canales erosivos se desarrollan aprovechando las numerosas discontinuidades que presentan las calizas (diaclasas, planos de estratificación, etc.) producto del intenso tectonismo que las ha afectado y debido al escaso recorrido longitudinal y la diferencia de altitud entre las nacientes y la desembocadura, estos fluvios elaboraron cauces angostos y profundos.

A partir de la desembocadura pierden capacidad y competencia para el transporte y distribuyen sus materiales conformando los terrenos sedimentarios que integran al Piedemonte y que caracteriza a esta parte de la región investigada. Figura 6.

6.4.2 Afloramientos de rocas sedimentarias terciarias

A lo largo del flanco oriental de la Sierra Chica de Zonda se destacan estratos de color rojo ladrillo a rosados en partes amarillentos, dispuestos en posición discordante con respecto a las rocas calcáreas; estos asomos se presentan buzando hacia el este y constituyen un manto prácticamente continuo a lo largo del frente montañoso.

Los afloramientos mencionados están conformados por rocas sedimentarias depositadas en ambiente continental compuestas por areniscas, arcilitas, limolitas y conglomerados.

Todo este conjunto se halla sometido a una fuerte erosión fluvial cuyos canales erosivos se han dispuesto aprovechando las discontinuidades y debilidades de los distintos estratos (contactos, diaclasas, fracturas) y también sobre aquellos de menor resistencia comparativa a la acción hídrica, tal como ocurre entre las capas de arcilita y limolitas con respecto a las areniscas y conglomerados.

El accionar fluvial se evidencia en el aspecto paisajístico por la densidad de canales erosivos que conforman un “bad-lands” o mal país. Figura 6.

En general los afloramientos terciarios constituyen lomadas en cuyo techo se presentan los terrenos sedimentarios antiguos y modernos.

De estas rocas se desprenden numerosos fluvios que con dirección oeste-este se distribuyen en la zona estudiada y es el sector con mayor presencia erosiva fluvial.

6.5 Conos Aluviales Antiguos (relictos)

Constituyendo el techo de las lomadas con núcleo de rocas terciarias se han cartografiado mantos de sedimentos aluvionales que conforman a antiguos Conos Aluviales desarrollados sobre la

www.epresanjuan.gob.ar

vertiente oriental del bloque serrano; están compuestos por grandes bloques de caliza sostenidos en una matriz de grava y arena de tonalidades grises a blanquecinas, en partes están cementados con carbonato de calcio. El conjunto se presenta inclinado hacia el naciente a causa de las fallas locales que levantan a la base terciaria. Figura 6.

El espesor de este relleno es de 5 a 10m y se ha depositado durante el Cuaternario Inferior (Pleistoceno) en momentos en que el derrame hídrico era de mayor magnitud que el actual, de allí las dimensiones de los bloques que conforman a estos depósitos (algunos sobrepasan los 2m de longitud).

La actividad erosiva que actualmente afecta a la zona en estudio incide cortando verticalmente los estratos, retrabajando a los materiales de la cubierta aluvional descriptos, produciendo canales erosivos de magnitudes distintas ya que en algunos sitios son amplios y han profundizado hasta instalarse en las rocas sedimentarias basales y en otros sectores apenas si han originado un canal pando y de escasa penetración.

La causa de esta variación se debe a la dispar resistencia a la erosión que está en relación directa con la presencia de cemento en estos terrenos.

La erosión a la que están sometidas provoca la dispersión de sus materiales que se mezclan con los que provienen de los afloramientos de rocas.

6.5.1 Conos Aluviales Modernos

Dispuestos también, como techo de algunas de las lomadas de rocas terciarias y a menor cota topográfica que los anteriormente descriptos se han reconocido mantos de sedimentos aluvionales que integran a viejos Conos Aluviales construidos en una etapa erosiva-deposicional posterior a la acumulación de los terrenos más antiguos (Figura 6).

En estos mantos sedimentarios se observa una disminución en el tamaño de los clastos de mayor magnitud ya que se observan bloques de 1 a 2 m de longitud; éstos se hallan soportados por una matriz compuesta por grava, gravilla y arena sin observarse presencia de cemento alguno.

El espesor del manto de sedimentos descriptos es del orden de los 10m y están inclinados hacia el este como efecto de la pendiente regional.

La actividad erosiva hídrica actual, está incidiendo también a estos sedimentos aluvionales creando canales erosivos de magnitudes diferentes en longitud, profundidad y ancho dependiendo ello de la dispar resistencia a la erosión que presenta en distintos sititos.

En las zonas en que la erosión hídrica ha cortado verticalmente a estos terrenos los canales fluviales se han instalado sobre la base terciaria creando el paisaje de bad-lands.

www.epresanjuan.gob.ar

La redepositación de estos terrenos alimenta a los cuerpos aluvionales que actualmente se están formando.

6.5.2 Conos Aluviales Actuales

Conformando un manto continuo de sedimentos hetereométricos dispersos por la zona de menor pendiente del área 1, se destacan conos aluvionales de variadas dimensiones situados al pie de los cuerpos sedimentarios previamente descriptos. Figura 6.

Estos terrenos se originaron por la deposición fluvial en la desembocadura de los fluvios que provienen de los sectores montañosos y de lomadas cartografiadas. Poseen bajos valores de pendiente y constituyen conos aluvionales que se extienden hacia el este creciendo hasta conectarse lateralmente entre sí y dan forma a una verdadera Bajada Pedemontana cuyo relieve es suave en sentido transversal (en este caso oeste-este) y suavemente ondulado en el sentido longitudinal (norte-sur).

La red hídrica que los ha originado proviene tanto de los sectores montañosos como de las lomadas que se hallan presentes en el sector analizado.

El relleno sedimentario se caracteriza fundamentalmente por su granulometría del tamaño grava hasta limo y arcilla sin cementación, con litología representativa de los cercanos afloramientos de rocas con neto predominio de calizas, dolomías y pedernal.

El espesor de estos materiales ha sido medido con el registro de geofísica y se observa su aumento desde unos pocos metros (1 a 5) en la zona del borde serrano hasta superar los 70m en la zona baja donde se mezclan o relacionan con los terrenos aportados por el río San Juan que superan los 400m de potencia.

6.5.3 Geoformas del Valle de Tulúm

Los terrenos seleccionados que integran al área 2 (desde E. T. Rawson-Pocito hasta E.T. Santa Lucía de 132Kv), están situados aproximadamente en la parte central del Valle de Tulúm y se ubican en el extremo distal del Cono Aluvial Antiguo del Río San Juan en la intersección con su Planicie Aluvial; por lo expresado se destaca la importancia física e hidrológica que adquieren estas geoformas.

Cabe aclarar que en la zona de contacto entre el Piedemonte y las geoformas del río San Juan se detectó una falla de orientación aproximada norte-sur que desplaza los bloques del basamento terciario que soportan al relleno descripto en relación a la Depresión del Valle de Tulúm; por tal motivo la totalidad de los terrenos del piedemonte descriptos, se ubican en posición topográfica elevada con respecto a la cuenca de Tulúm.

www.epresanjuan.gob.ar

6.5.3.1 Cono Aluvial Antiguo del río San Juan

El Cono Aluvial posee una extensión de aproximadamente 600km^2, con una pendiente no mayor del 3,5%. Tiene su extremo apical en la quebrada de Zonda, alcanzando una longitud de 19km y un ancho máximo, medido en línea recta en el extremo distal de 30km.

En su parte proximal los sedimentos que lo forman están constituidos predominantemente por bloques, gravas gruesas a finas (gravillas) con algunas intercalaciones de arena. Las gravas son depósitos de antiguos cauces. En el subsuelo se han descripto muestras de arena, limo y arcilla obtenidas de perforaciones. En la parte proximal, estas intercalaciones de materiales finos, acumuladas fuera de los cauces, tienen poca extensión y su espesor no supera uno o dos metros, salvo en zonas profundas, próximas al límite con la parte distal (Rocca, 1969).

Hacia la parte periférica, los depósitos de gravas presentan granulometría más fina, a la vez que aumenta la proporción y espesor de mantos de arena, como así también de intercalaciones limo-arcillosas. Esto se observa en superficie y subsuelo. Hacia el sur y el este, el abanico aluvial pasa transicionalmente a la Planicie Aluvial del río San Juan, donde predominan depósitos más finos.

El espesor de los depósitos cuaternarios en la zona ocupada por el Cono se conoce por perforaciones profundas que han alcanzado el sustrato terciario. En la zona distal, pocos pozos han llegado a la base del Cuaternario, pero se dispone de datos geoeléctricos obtenidos de numerosos sondeos relevados por el ex Centro Regional de Agua Subterránea, actual Instituto Nacional del Agua (INA) (Eder et al., 1975; Rodríguez et al., 1990). De acuerdo con estos resultados geofísicos, el espesor máximo se registró a unos 10km al este y sudeste de la ciudad de San Juan donde superó los 700 metros.

6.5.3.2 La Planicie Aluvial del Río San Juan

Esta unidad cubre la mayor parte del Valle de Tulúm, de norte a sur se la reconoce a lo largo de unos 100km, desde la zona donde se unen las bajadas pedemontanas de las sierras de Pie de Palo y Villicúm, al norte, hasta el límite sur con Mendoza. El ancho de esta llanura aumenta desde 10km en el norte hasta unos 50km en el límite interprovincial; ocupa una superficie de unos 3.000Km^2 y superficialmente está compuesta por arenas, limos y arcillas; su pendiente media es de unos 1,25m/Km.

La pendiente regional de esta unidad geomórfica se verifica en dos direcciones principales, una es de oeste a este y la restante es norte-sur, de ambas direcciones surge como resultado una componente diagonal, es decir noroeste a sudeste.

Su conformación sedimentaria está integrada por un variado complejo de sedimentos fluvio-aluvionales depositados por el colector principal mencionado y por el aporte lateral desde los terrenos

www.epresanjuan.gob.ar

elevados situados en sus márgenes; se reconocen allí grava, gravilla, arena, limo y arcilla como granulometría predominante.

Los sedimentos que la integran poseen litología heterogénea ya que el río San Juan ha depositado clastos, redondeados hasta subredondeados, de rocas provenientes de la Cordillera de Los Andes y de la Precordillera en una potencia tal que supera los 500 m.

Tanto por la granulometría que presenta en superficie (arena hasta limo y arcilla) como por su contenido en agua subterránea (es parte del reservorio principal) es ésta la unidad con marcado desarrollo agrícola regado con perforaciones que explotan el acuífero libre allí existente.

7 CARACTERIZACÓN GOEMORFOLÓGICA

El relieve, en general, de la región obedece a distintos factores constructivos y destructivos, entre los primeros se destacan los de origen endógenos (movimientos tectónicos) que son los responsables del movimiento de ascenso y descenso de bloques rocosos a lo largo de fallas de extensión regional. De esta forma se ha dado origen a las montañas hacia el oeste y a la depresión hacia el este.

Entre los agentes destructivos o exógenos se destacan el intemperismo, el agua y el viento, siendo el agua el que ocasiona los procesos más relevantes; su actividad erosiva y constructiva se produce en forma esporádica en coincidencia con las precipitaciones pluviales de la época estival.

El escurrimiento hídrico superficial es en forma de torrentes que erosionan a las rocas vulnerables y arrastran los materiales sueltos (producidos por derrumbe de trozos rocosos desde los afloramientos calcáreos y terciarios) hacia los sectores bajos; en éstos se acumulan.

Entre los factores que favorecen la ocurrencia de aluviones se pueden mencionar:

1.- *Las condiciones climáticas de la zona:* En la región se producen tormentas con altos índices de precipitación concentrados en poco tiempo que provocan torrentes hídricos con importante carga aluvional al no poder infiltrarse el agua en los sedimentos y terrenos rocosos.

2.- *Las condiciones geomorfológicas:* Constituyen otro factor imprescindible para la generación de las crecientes. La parte superior de los cursos (cabeceras dispuestas sobre el cordón serrano) es donde frecuentemente ocurren las máximas precipitaciones, se concentran las aguas y se forman las crecidas. En la sierra Chica de Zonda la pendiente de los cauces es del orden del 37%, en la parte del piedemonte la pendiente es del 11% y en la porción inferior las pendientes se aplanan bruscamente (inferiores al 1%).

3.- *Las condiciones geológicas:* Determinan la erosión y también la acumulación de material friable en las cuencas hidrográficas del piedemonte oriental de la sierra Chica de Zonda (abanicos

www.epresanjuan.gob.ar

aluviales, conos de derrubios, detritos de faldeo, de los cauces y niveles de terrazas); los materiales corresponden a bloques, gravas (principalmente fragmentos de caliza, lutitas y areniscas verdes), arenas, limos y arcillas de diferentes tamaños y elevada angulosidad.

4.- *La acción del hombre:* El hombre altera el equilibrio natural. Los cultivos en el piedemonte, los basurales, las construcciones de viviendas, rutas y caminos, canales de regadío, canteras de calizas, etc. modifican las condiciones hidrológicas, el régimen de los cauces, la estabilidad de las pendientes, los suelos, rocas y su resistencia a la erosión.

5.- *La hidrografía:* son cuencas alargadas que favorecen una descarga rápida. Son cursos encajonados en la zona montañosa y en el piedemonte.

6.- *Vegetación:* La vegetación natural es muy escasa con predominio de cactáceas, jarilla, retamo y otras especies de porte reducido que han sido objeto de intensa explotación para el uso antrópico de la superficie.

La hidrografía de la zona está conformada por numerosos cauces fluviales (efímeros, temporarios) que se desarrollan por quebradas que descienden de las elevaciones montañosas hacia la depresión. El de mayor jerarquía es el Arroyo de La Lechuza, que vuelca sus esporádicos y torrenciales caudales hacia la depresión de Tulúm. Tanto éste como los restantes cauces fluviales sólo transportan efímeros caudales en la época de lluvias, generados por los procesos de lluvia-escorrentía que suelen acontecer en sus cuencas.

En general los colectores principales, cuyas cabeceras están situadas sobre los estratos de rocas calcáreas son canales angostos, de barrancas abruptas y adaptados al buzamiento, estructuras y resistencia a la erosión de dichas rocas.

Una vez que abandonan las serranías e ingresan en los terrenos del piedemonte (de variada amplitud superficial), conformados por terrenos aluvionales, cambian rápidamente las pendientes, modificándose la forma y dimensiones (ancho, forma del talwegg, longitud) y de manera especial la densidad de los canales naturales, influenciados por la menor resistencia erosiva de los sedimentos y su base terciaria.

Ocupan una mayor superficie pues a lo largo de su trayecto colectan una densa red de canales de reducida magnitud, instalados y adaptados a la resistencia erosiva de los estratos terciarios generando el relieve de Bad Land. Lo expresado, tiene sus consecuencias en el aspecto geomorfológico, ya que al perder capacidad y competencia de transporte, construyen amplios conos y abanicos aluviales.

Estas características se hallan directamente relacionadas a la mayor o menor capacidad de arrastre de los aluviones que, a su vez, dependen fundamentalmente de la magnitud y distribución de las

www.epresanjuan.gob.ar

precipitaciones, sobre todo de las lluvias convectivas estivales de reducida duración y elevada intensidad.

En el marco descripto se destacan áreas activas con una red de cauces poco profundos que resultan de la combinación de factores litológicos, climáticos, geomorfológicos, de vegetación y entre otros la acción del hombre.

En el área montañosa, el diseño es subdendrítico con control estructural, debido a fallas y a la estratificación de las sedimentitas que forman la sierra Chica de Zonda.

En el área pedemontana, su diseño es principalmente divergente, aunque también está controlado por las fallas modernas de rumbo submeridional y escarpa a contrapendiente que modifican temporariamente su orientación, hasta que retoman la dirección oeste-este.

La acción del hombre se refleja notablemente en las áreas llanas, donde la red fluvial ha sido canalizada y modificada y a pesar de contar con obras civiles necesarias para su control (canal y talud de defensa aluvional) la falta de mantenimiento de las mismas provoca serios inconvenientes.

En el sector inmediatamente al este del tendido eléctrico denominado Conector Sur existe un canal construido con el objeto de captar los esporádicos derrames fluviales y transportar el agua en dirección sur, es una obra de defensa aluvional.

www.epresanjuan.gob.ar

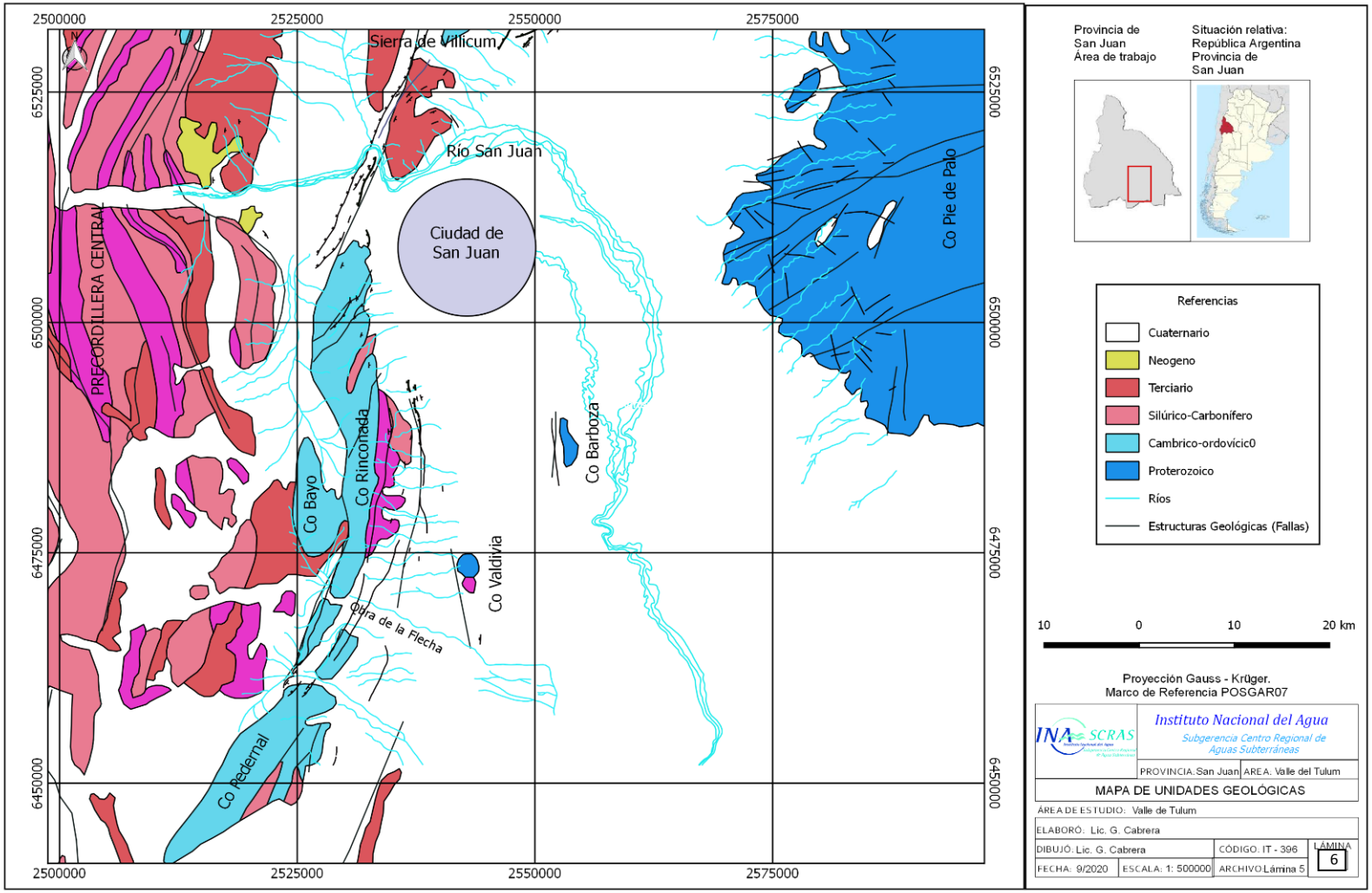


Figura 6: Mapa geológico Valle de Tulúm

8 ESTRUCTURA.

El sector investigado forma parte de un extenso tren de estructuras (fallas regionales y plegamientos) de definida orientación norte-sur que constituyen a la Precordillera Oriental. En el ámbito investigado se destacan dos fallas de gran importancia en el origen y desarrollo del relieve actual. Figura 7.

Una de ellas es la responsable del levantamiento de los bloques montañosos de la Sierra Chica de Zonda y de Villicúm, ubicándose en la margen oeste de estos cordones montañosos; la restante ha generado la depresión del Valle de Tulúm y se ubica entre el Piedemonte de las sierras mencionadas, el Cono Aluvial Antiguo y la Llanura Aluvial geoformas de extensión regional, construidas por el río San Juan.

La Interconexión Sur ocupa una reducida extensión superficial dentro de la Precordillera y en atención a los objetivos del estudio, son de mayor relevancia (en el aspecto estructural) el fallamiento neotectónico o moderno presente en la zona.

Esta situación es el resultado de la actividad tectónica ocurrida durante el Holoceno (Cuaternario Superior) que se manifiesta con nuevos fallamientos y/o reactivación de antiguas líneas de falla afectando a los estratos rocosos terciarios y depósitos aluvionales asociados. Tales estructuras son reconocibles tanto en imágenes satelitales como en el campo.

Las fallas se localizan preferentemente en los primeros niveles pedemontanos (los de mayor antigüedad) aunque también afectan a la cubierta de gravas que se disponen en discordancia sobre las sedimentitas terciarias donde son menos visibles, se presentan en tramos rectilíneos o con suave curvaturas y tienen en común que el bloque elevado se dispone siempre hacia el valle (oriente), en tanto que el deprimido lo hace hacia el occidente.

En la zona cartografiada se visualizan al menos tres alineaciones de este fallamiento moderno.

El sistema de fallas más occidental, se dispone con rumbo N-S afectando a las rocas sedimentarias terciarias y a los niveles más antiguos del Cuaternario (remanentes de la antigua Bajada Pedemontana); a estas fallas se asocian el desarrollo de cárcavas profundas que se originaron en una etapa erosiva posterior y cuya actividad se halla actualmente suspendida o frenada a causa de los cambios climáticos acaecidos durante el Cuaternario.

En forma escalonada se disponen hacia el este al menos otras dos líneas de fracturas con iguales características que el sistema descripto.

En cuanto al rechazo estratigráfico de estas fallas, regionalmente es variable de norte a sur entre 1 y 10 metros; localmente, en la zona investigada, el mismo y superficialmente se estima en un rango de 6 a 8 metros.

www.epresanjuan.gob.ar

Por su parte el extremo sur de la Interconexión Sur se ubica en la confluencia de tres unidades geomorfolicas importantes, ellas son los Conos Aluviales de los ríos La Flecha, del Agua y el extremo suroccidental de la Planicie Aluvial del río San Juan en su porción distal.

En esta superficie se han definido varias fallas que afectan al cercano Cerrillo Valdivia y a los Cordones de la Flecha y Pedernal de Los Berros.

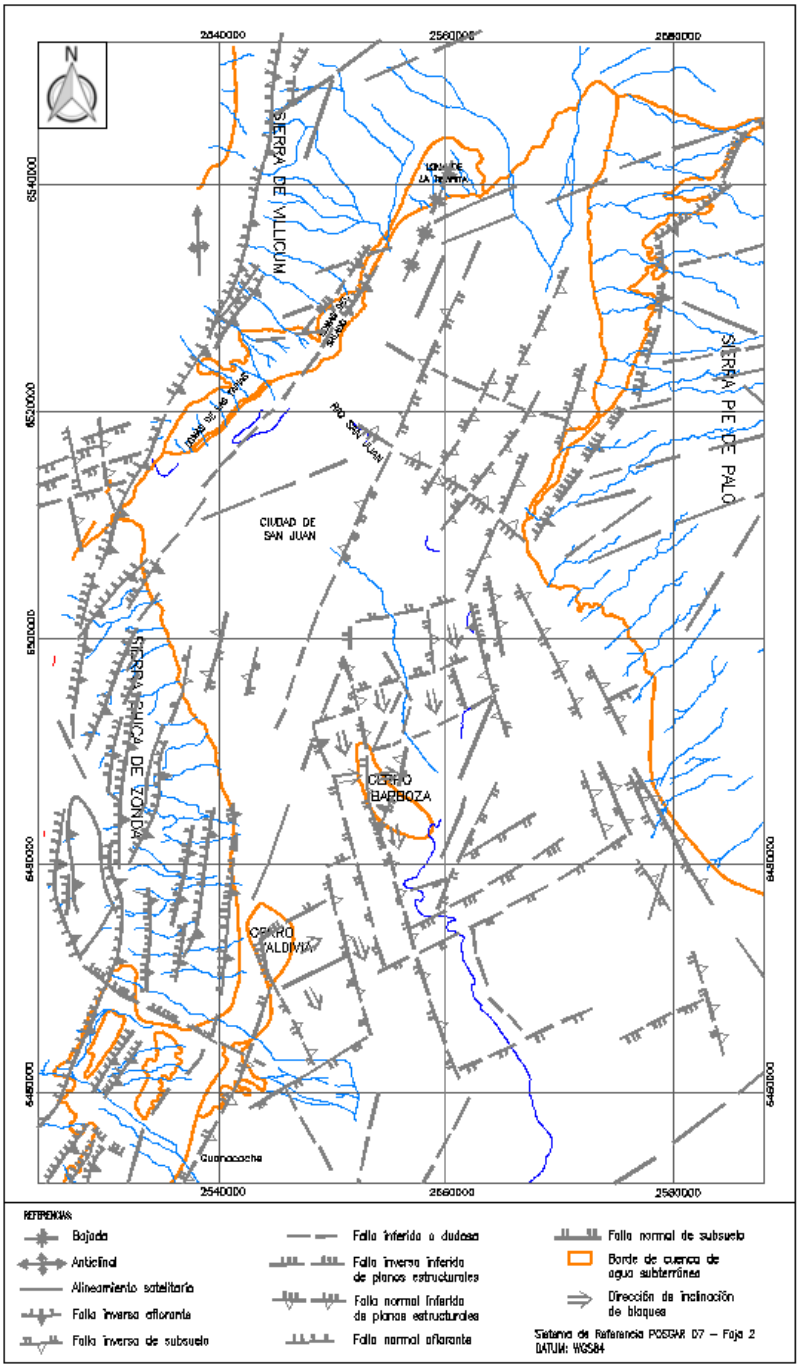


Figura 7: Mapa estructural del Valle de Tulúm (Zambrano, 1986)

9 GEOLOGIA DE SUBSUELO

Específicamente la estructura del Valle de Tulúm presenta una tectónica de bloques, separados por fallas inversas de alto ángulo de rumbo paralelo o subparalelo a los cordones montañosos, y fallas directas también de alto ángulo que tienden a tener rumbos transversales a dichos cordones (Figura 7).

La observación superficial de fallas cuaternarias es posible en aisladas localidades situadas en la periferia del valle (principalmente Piedemonte de la Sierra Chica de Zonda). En el subsuelo, en pocos casos puede comprobarse directamente la ubicación de las fallas, por haber pocos pozos que hayan alcanzado la base terciaria, (Zambrano J. , 1986).

Se consideraron como evidencias de fallamiento en el subsuelo los cambios de pendiente del techo de la base conductiva terciaria y las anomalías en los horizontes de correlación de perfilajes eléctricos, (Zambrano J. , 1986), la mayor parte de las fallas interpretadas se encuentran en una zona que cruza diagonalmente el valle, con rumbo casi norte – sur y cuyo ancho varía entre 10 y 15 kilómetros, (Zambrano J. , 1986).

Se detecta la presencia de diversas fallas en las vecindades del Cerrillo Valdivia de estas fracturas algunas presentan rumbos aproximados este-oeste interpretadas como normales y otras tienden a ser paralelas a las cadenas montañosas y elevaciones de basamento interpretadas como inversas.

Con los datos de subsuelo se comprueba que esta zona de fallamiento causa además, la separación de las cuencas de agua subterráneas de la Depresión o Valle de Tulúm; la principal es la que se desarrolla en la zona central y la restante se ubica al sur y oeste del Cerrillo Valdivia denominada cuenca de Valdivia-Ramblón (Rocca, 1969).

www.epresanjuan.gob.ar

10 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Las áreas de interés comprenden parte de los departamentos de Sarmiento, Pocito y Rivadavia la denominada Área 1 en tanto que el Área 2 se extiende en los Departamentos Rawson y Santa Lucía.

La información hidrogeológica existente se refiere a la profundidad del agua subterránea en la superficie cultivada colindante donde existen numerosas perforaciones.

Los estudios realizados en la zona indican que el contacto entre el extremo distal del Piedemonte de la Sierra Chica de Zonda y la margen occidental de la Depresión de Tulúm se ha definido una falla geológica, cuyas trazas se ubican al norte y sur del terreno, construidos con información geofísica y los perfiles geológicos de las perforaciones que lo poseen.

La falla mencionada provoca un notable aumento del espesor de los sedimentos aluvionales aportados (en esa zona) tanto por los arroyos que provienen de la Sierra Chica de Zonda como por el río San Juan (esencialmente) en su antiguo recorrido por el Bajo de la Bebida (Cono Aluvial Antiguo y su Planicie Aluvial) que rellenan el área.

El agua subterránea del sector proviene del aporte efectuado por el río San Juan desde su actual cauce entre el Dique de Ullúm y el puente de Albardón; el agua subterránea se desplaza en forma regional con sentido aproximado NO-SE, mientras que en forma local lo hace prácticamente con rumbo N-S.

La profundidad a la que se halla el agua subterránea varía en relación directa al caudal del río San Juan por lo que se verifican valores de profundidad muy variables en el tiempo. La información existente en el INA - SCRAS indica que el nivel del agua subterránea siempre ha sido profundo en la zona de contacto de las geoformas descriptas desde el norte hasta aproximadamente Carpintería, situación que se indica en la Figura 8 donde se aprecian valores mínimos del orden de los -10m y máximos del orden de los -90m. El acuífero en esta zona tiene comportamiento libre con un espesor importante de sedimentos no consolidados ni saturados lo cual es un fuerte impedimento para el ingreso de contaminantes sólidos y aún líquidos hasta el agua subterránea, en otras palabras la vulnerabilidad del acuífero en esta zona en particular es baja.

Mientras que en la zona comprendida entre las E. T. Rawson-Pocito y la E.T. Santa Lucía los valores mínimos rondan los -2m de profundidad y máximos del orden de los -20m. El área 2 se ubica en el límite entre el acuífero libre y el acuífero confinado con un espesor menor de sedimentos no consolidados y pueden estar saturados, lo que implica una vulnerabilidad alta en esta zona, frente a contaminantes líquidos superficiales.

www.epresanjuan.gob.ar

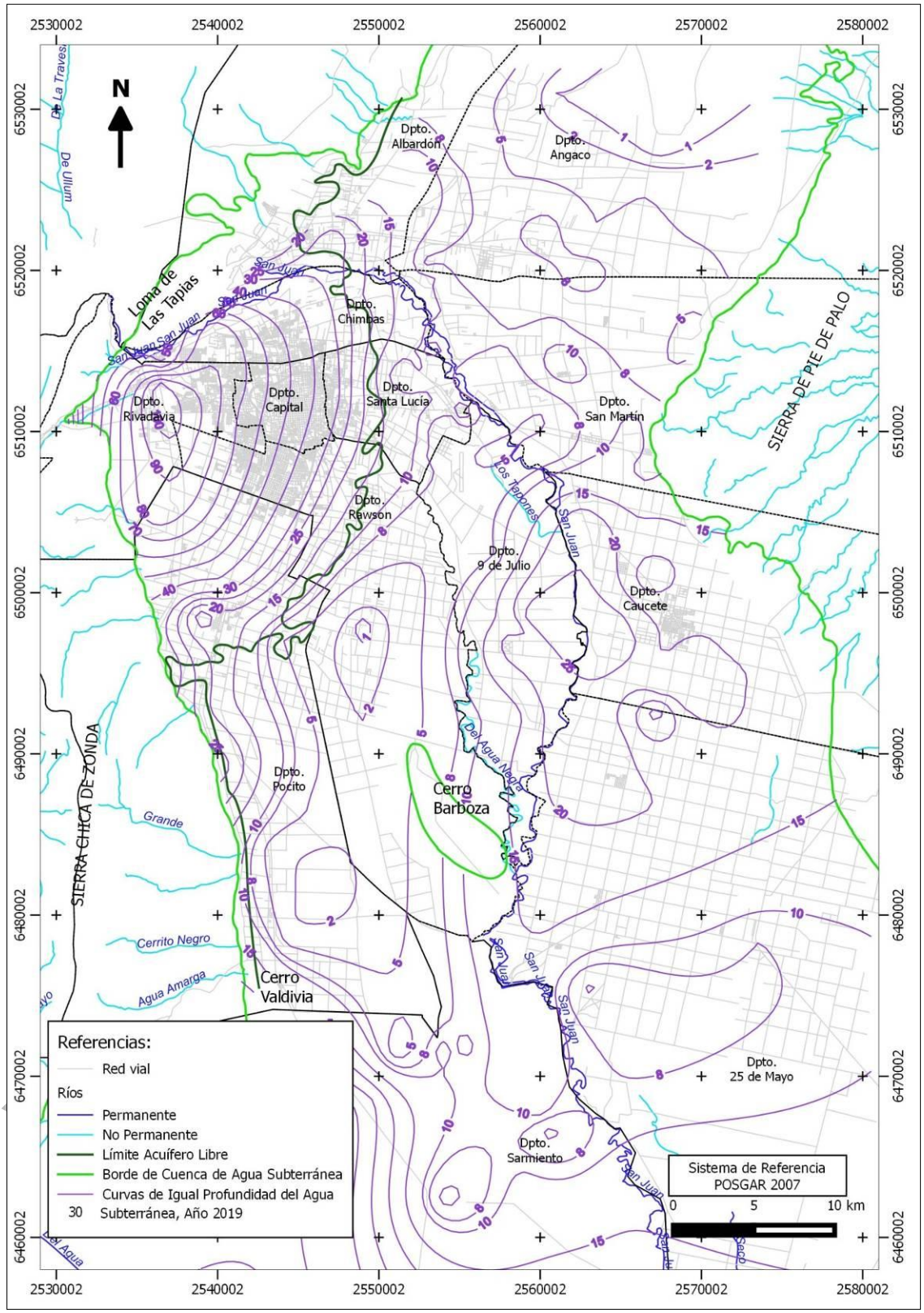


Figura 8: Curvas de Igual Profundidad del Agua Subterránea. Valle de Tulúm. (Medición: Año 2019).

La información existente de esta parte de la cuenca de agua subterránea indica que el espesor del acuífero (sector saturado) en explotación aumenta desde el oeste (borde de cuenca) hacia el centro del valle pasando de una potencia de 50 m hasta superar los 400 m. Figura 9

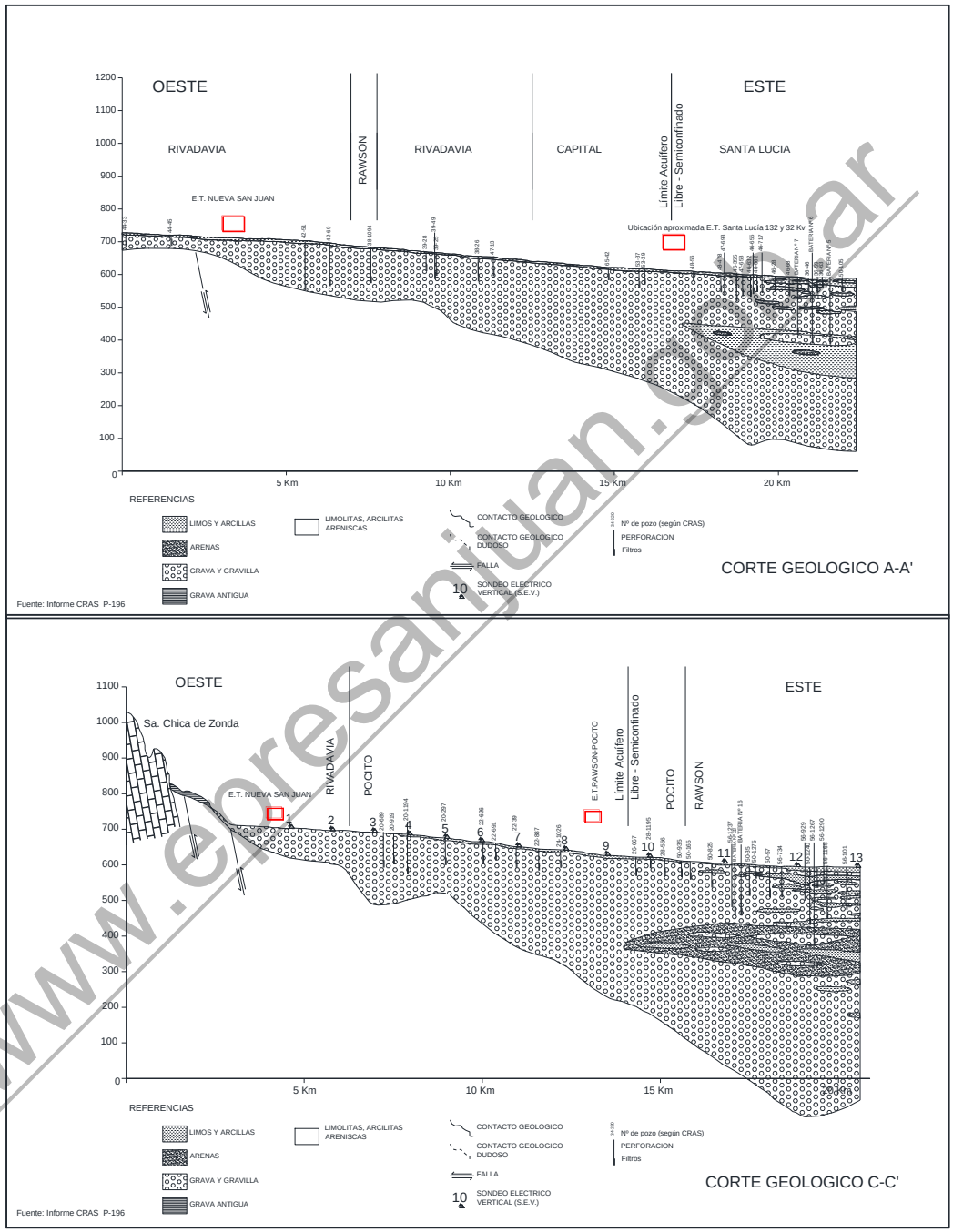


Figura 9: Perfil geológico Valle de Tulúm

www.eresanjuan.gob.ar

La profundidad del agua subterránea varía en función de la magnitud de la recarga desde el río San Juan y también de la intensidad de la explotación a la cual está sometida por los numerosos pozos existentes.

La dinámica hidrológica subterránea está íntimamente ligada a la superficial ya que la recarga a los cuerpos acuíferos depende de la escorrentía superficial que depende a su vez de las precipitaciones sobre las serranías. En líneas generales el agua que se incorpora al subsuelo se desplaza en el sentido de la pendiente regional y sus características físico-químicas evolucionan en el mismo sentido.

El movimiento general del agua subterránea es aproximadamente radial en el área del abanico aluvial del río San Juan verificándose una orientación general noroeste a sureste.

La zona de descarga de los acuíferos está representada por las áreas de freática elevada que circundan parte del cono aluvial, de la cual nacen dos cauces naturales: los arroyos Los Tapones y Agua Negra.

La variabilidad de los niveles, en el sector de estudio de la zona sur, está suficientemente documentado por las mediciones hidrológicas realizadas por el ex Centro Regional de Agua Subterránea (actual I.N.A. – Subgerencia Centro Regional de Aguas Subterráneas) en la Tabla 1 se puede observar lo siguiente:

Tabla 1: Variabilidad de los niveles de agua subterránea, en el sector de estudio de la zona sur

Departamento	Sección	Pozo	Lat	Long	Cota [m]	Prof. Total [m]	Fecha	NE [m]
Pocito	32	72	31° 36' 56.7" S	68° 37' 43.5" W	664,54	120	08/06/2017	76,40
Pocito	32	141	31° 36' 15.3" S	68° 37' 51.4" W	674,91	89,56	31/08/2000	77,17
Pocito	72	669	31° 49' 00.8" S	68° 33' 41.5" W	604,40	44	20/12/1971	18,65
Pocito	84	670	31° 45' 33.1" S	68° 34' 25.7" W	614,93	65	18/11/2015	31,00
Pocito	42	676	31° 41' 04.4" S	68° 36' 33.1" W	629,24	50	09/12/1971	36,85
Pocito	62	931	31° 44' 11.6" S	68° 34' 35.1" W	616,66	60	07/06/2017	27,85
Sarmiento	99	203	31° 58' 21" S	68° 34' 46" W			01/08/2017	52,50
Sarmiento	99	SN	32° 00' 40.2" S	68° 36' 01.3" W	649,55		01/08/2017	48,90
Sarmiento	99	SN	31° 56' 34.3" S	68° 40' 05.1" W	820,44		01/08/2017	17,70
Sarmiento	99	SN	31° 59' 28.6" S	68° 37' 58.3" W	745,86		01/08/2017	62,60
Sarmiento	99	SN	31° 58' 26.9" S	68° 33' 11.3" W	612,32		01/08/2017	52,20
Sarmiento	94	593	32° 01' 42.5" S	68° 33' 27.8" W			01/08/2017	47,10

Los niveles, en el sector este del Gran San Juan, también está bastante documentado por las mediciones hidrológicas periódicas de SCRAS. Se pueden observar en la tabla siguiente:

www.erresanjuan.gob.ar

Tabla 2: Variabilidad de los niveles de agua subterránea, en la Interconexión Este

Departamento	Sección	Pozo	Lat	Long	Cota [m]	Prof. Total [m]	Fecha	NE [m]
Santa Lucía	47	618	31° 33' 01.6" S	68° 29' 04.4" W	609,15	42	11/04/2017	20,70
Rawson	30	207	31° 34' 58.8" S	68° 29' 47.6" W	607,31	150	11/07/2007	4,70
Rawson	24	322	31° 34' 19.5" S	68° 29' 16.4" W	607,04	20	31/05/2005	7,96
Rawson	50	828	31° 35' 57.5" S	68° 29' 19.6" W	597		10/02/1987	Surgente
Rawson	24	962	31° 33' 29.7" S	68° 29' 13.6" W	605,98	24	21/05/2010	7,04
Rawson	52	1233	31° 35' 58.5" S	68° 29' 15.5" W	597,57		05/01/2004	Surgente
Rawson	50	1234	31° 36' 24.8" S	68° 30' 21.2" W	604,19		12/07/2007	2,91
Rawson	30	1264	31° 35' 20.1" S	68° 29' 59.3" W	605,75	43	03/03/2011	10,75
Rawson	28	1338	31° 35' 27.6" S	68° 29' 31.7" W	600,93	94	11/07/2007	Surgente

En relación a la profundidad del agua en el subsuelo en las inmediaciones del Área 2 se aprecian variaciones importantes que quedan reflejadas en los datos y gráficos siguientes:

a) En el período 1987-1992 el nivel del agua freática, medido en freatímetros de la zona de interés, indicaban una profundidad mínima de -0,61 y máxima de -2,55 (Lámina 3 RR-242).

b) En 1996 el agua se encontraba entre -3 y -10m (DI-283).

c) En 2001 el agua se hallaba entre -5 y -10m de profundidad (DI-332).

d) En 2007 el agua se hallaba entre -2 de profundidad y la superficie (terrenos revenidos o inundados) (Lámina 5 IT-261).

e) En 2010 el nivel del agua subterránea se encontraba por debajo de -5m (Figura 1 DI-371).

f) En 2011 el nivel del agua se hallaba entre -5 y -10m (DI-372, Lámina 1).

Los altos niveles freáticos, correspondientes a épocas de abundancia hídrica y a las depresiones topográficas del área, advierten sobre las dificultades que se presentarán y la necesidad de estudios especiales en las proyectadas obras en el terreno.

www.epresanjuan.gob.ar

11 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

En el presente trabajo se resumen las características hidroquímicas de las cuencas superficiales y subterráneas en las zonas de estudio. Para ello se han considerado los antecedentes con que cuenta la SCRAS.

11.1 Interconexión Zona Este

En primer lugar, se analizó la cuenca superficial observando que, tanto ríos como arroyos de la zona, se ubican al este del área de estudio y corren en dirección noroeste-sudeste. Es decir que, no presentarían una influencia directa en el sitio donde se desea realizar el trabajo.

La cuenca de agua subterránea en la zona de estudio pertenece casi en su totalidad al acuífero libre y, desde el punto de vista químico, hace a esta zona más susceptible de estar o de ser contaminada.

Para el estudio se seleccionaron 400 perforaciones de influencia en el área de trabajo; sus profundidades varían entre 18 y 150 metros. Al analizar la conductividad eléctrica (CE) del acuífero, se observó que esta zona tiene un valor promedio de 1533 µS/cm, variando entre un mínimo de 254 a 3210 µS/cm.

Según el contenido de iones mayoritarios, el agua es principalmente de tipo Cálcica Sulfatada y algo Bicarbonatada, lo que indica que hay mayor concentración de iones disueltos de Ca^{++} (entre los cationes) y de iones $SO4^{=}$ y HCO_3^{-} (entre los aniones).

En cuanto a Dureza, el agua se clasifica (según la OMS) como Dura y Muy Dura con valores que van desde 149 a 1740 mg/l de $CaCO_3$.

Del total de perforaciones analizadas, en 119 pozos el NO_3^{-} superó los valores recomendados por el Código Alimentario Argentino (45mg/l).

11.2 Interconexión Zona Sur

En este caso, la cuenca superficial de influencia presenta ríos, arroyos, lagunas y vertientes que se ubican al oeste del área de trabajo y que circulan en dirección noroeste sudeste. Además, la cuenca atraviesa la zona en estudio en su parte sur.

La CE en esta cuenca presenta un valor promedio de 1609 µS/cm, con un mínimo y máximo de 616 y 3490 µS/cm, respectivamente. El tipo de agua según la concentración de iones principales es Sódica-Cálcica Sulfatada.

www.epresanjuan.gob.ar

Finalmente, en cuanto a la Dureza, en la cuenca al agua es de tipo Dura y Muy Dura según los valores establecidos por la OMS.

Respecto a la cuenca subterránea de esta zona, la misma pertenece, en su porción norte, al acuífero libre; y luego hacia el sur de Villa Aberastain al acuífero confinado.

La CE promedio es 1554 µS/cm, variando entre 479 y 5820 µS/cm. Respecto a este último valor, es importante comentar que, de los 755 pozos seleccionados para el análisis, solamente 28 son los que presentaron una CE mayor a 4000 µS/cm.

El tipo de agua en este acuífero, según el contenido de iones principales disueltos, es Cálcica-Sódica Sulfatada y algo Bicarbonatada; y se clasifica como Moderadamente Dura, Dura y Muy Dura con valores que varían entre 90 y 2220 mg/l $CaCo_3$.

Por último, es importante considerar que en este caso los contenidos de NO_3^-, solo superan el valor recomendado en 17 pozos de los 703 analizados.

12 HIDROLOGÍA

En el presente apartado se efectuará el estudio y análisis del régimen pluviométrico y de la precipitación media anual de las regiones y se determinarán las lluvias máximas probables o “lluvias de diseño” correspondientes a distintos períodos de retorno. Estas últimas serán de utilidad en el cálculo de los caudales máximos que con determinada probabilidad de ocurrencia, aportaran las cuencas de recepción cuyos cauces afectan a las áreas de interés y/o las obras que interfieran las mismas. Además, el conocimiento de la magnitud de las precipitaciones máximas, resulta importante a los fines de prever la eventual evacuación del agua que caiga directamente sobre las superficies aprovechadas, instalaciones, etc.

12.1 Pluviometría

El Servicio Meteorológico Nacional proveyó los registros de precipitaciones medias y diarias máximas anuales, de dos pluviómetros antiguamente emplazados en las estaciones ferroviarias Cañada Honda y Retamito, correspondientes al período 1956-1993 y el INTA los de la estación Auxiliar Mediagua-Sarmiento, periodo 1996- 2016, y la estación ubicada en el predio de Pocito, periodo 1968 - 2019, cuyas localizaciones se muestran en la Tabla 3.

www.epresanjuan.gob.ar

Tabla 3: Estaciones Pluviométricas cercanas al área de estudio

Estación	Coordenadas		Altitud
	Latitud	Longitud	(m.s.n.m)
Retamito	32º 06’ Sur	68º 36’ Oeste	599
Cañada Honda	31º 59’ Sur	68º 33’ Oeste	602
Auxiliar Media Agua- Sarmiento	32º 00’ Sur	68º 25’ Oeste	548
INTA - Pocito	31° 39' 13" Sur	68° 35' 15" Oeste	624

Los registros medios mensuales y anuales correspondientes a observaciones realizadas durante varias décadas, se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4: Precipitaciones medias mensuales

Estación	Período de datos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
RETAMITO	1936/80	23,3	19,6	15,5	5,0	3,5	2,5	2,6	3,1	5,3	9,0	10,7	13,2	**113**
CAÑADA HONDA	1908/80	22,7	16,2	14,4	4,1	3,1	3,2	4,2	3,4	6,2	8,7	9,1	13,5	**109**
AUXILIAR MEDIA AGUA - SARMIENTO	1996/2016	37,3	52,8	21,4	10,6	5,8	3,1	1,5	2,7	4,7	6,0	16,1	14,4	**176**
INTA - Pocito	1968/2019	20,7	22,0	13,9	3,1	2,2	1,7	2,3	2,2	3,3	2,5	7,1	13,2	**94**

También se consideran importantes a los fines de establecer el régimen pluviométrico de la región y la distribución de las precipitaciones en la misma, los datos obtenidos en las estaciones instaladas por el Centro Regional de Aguas Subterráneas en el área de trabajo: “Pedernal-Bachongo-Acequión”, situadas en las localidades de “Estancia Acequión” (latitud 32º 06’ Sur; longitud 68º 53’ Oeste; altitud 1.395 m.s.n.m.), “Puesto Nikes” (latitud 32º 05’ Sur; longitud 68º 59’ Oeste; altitud 1.865 m.s.n.m.), “Estancia El Durazno” (latitud 32º 01’ Sur; longitud 68º 49’ Oeste; altitud 1.310 m.s.n.m.), “Pedernal” (latitud 32º 00’ Sur; longitud 68º 46’ Oeste; altitud 1.086 m.s.n.m.), “Bachongo” (latitud 31º 56’ Sur; longitud 68º 53’ Oeste; altitud 1.765 m.s.n.m.) y “Los Sombreros” (latitud 31º 54’ Sur; longitud 69º 02’ Oeste; altitud 2.490 m.s.n.m.). Sus registros anuales se consignan en la Tabla 5.

www.cresanjuan.gob.ar

Tabla 5: Precipitaciones anuales registradas en estaciones del pie de monte del Tontal - Periodo 1974/94

Año	PEDERNAL	EL DURAZNO	ACEQUIÓN	BACHONGO	NIKES	LOS SOMBREROS
1974	* * *	178,9	254,9	378,0	443,6	212,0
1975	246,8	251,7	293,5	352,5	374,0	266,0
1976	154,5	109,7	170,0	287,0	218,4	503,0
1977	140,0	153,4	175,1	306,2	155,4	277,6
1978	71,0	117,0	150,0	218,5	85,3	383,5
1979	189,0	303,0	261,0	327,0	228,0	381,0
1980	231,0	177,6	144,0	244,0	199,4	203,5
1981	259,9	237,5	207,0	237,5	* * *	147,9
1982	203.5	189,0	100,0	259,5	308,7	168,7
1983	247,3	191,2	210,1	323,4	395,4	316,8
1984	389,1	348,3	364,6	507,0	736,7	162,1
1985	236,0	248,8	189,0	411,8	334,4	533,9
1986	281,5	209,0	188,3	212,0	184,8	215,2
1987	271,9	171,1	226,5	415,0	523,8	408,6
1988	181,3	205,0	80,0	* * *	198,6	137,9
1989	197,0	169,0	84,5	173,0	154,8	* * *
1990	199,5	226,7	188,0	292,2	436,6	* * *
1991	282,6	222,5	242,0	322,2	387,0	244,8
1992	285,9	342,5	348,0	369,3	602,0	308,0
1993	276,7	97,2	112,3	194,0	* * *	137,0
1994	132,6	136,5	89,5	* * *	* * *	* * *
MEDIA	224,9	204,1	194,2	306,8	331,5	278,2

www.epresanjuan.gob.ar

A modo de síntesis, en la Tabla 6, se mencionan los siguientes valores anuales de precipitaciones medias, máximas y mínimas, correspondientes a los períodos de observaciones indicados en cada caso:

Tabla 6: Precipitaciones medias, mínimas y máximas registradas en las estaciones observadas

Estación Pluviométrica	Media anual	Máxima anual	Mínima anual
	(mm)	(mm)	(mm)
Retamito (1936/80)	113	251 (1942)	29 (1973)
Cañada Honda (1908/80)	109	253 (1944)	2 (1935)
Auxiliar Media Agua (1996/2016)	176	338 (2008)	50 (2006)
INTA - Pocito (1968/2019)	94	181 (1990)	25 (1978)
Ea. Acequión (1974/94)	194	365 (1984)	80 (1988)
Ea. El Durazno (1974/94)	204	348 (1984)	97 (1993)
Puesto Nikes (1974/94)	332	737 (1984)	85 (1978)
Pedernal (1974/94)	225	389 (1984)	71 (1978)
Bachongo (1974/94)	307	507 (1984)	173 (1989)
Los Sombreros (1974/94)	278	534 (1985)	137 (1993)

Obsérvese en los anteriores datos de precipitaciones anuales máximas y mínimas registradas en el período 1976/94, que se cumple la ley de pluviosidad de zonas áridas que explicita que, cuanto menores son las magnitudes de las precipitaciones anuales, más irregulares son las mismas. Mientras las máximas anuales se observaron casi todas en el mismo año (1984), las mínimas se registraron en años diferentes.

Las precipitaciones son prácticamente con exclusividad en forma de lluvias; éstas suelen ser: a) de corta duración, reducidas áreas de cobertura y elevadas intensidades en verano; b) lloviznas en invierno de larga duración, grandes áreas de cobertura y reducidas intensidades. Según las precipitaciones medias mensuales (Tabla 6), en los períodos semestrales húmedo (octubre-marzo) y seco (abril-septiembre) precipitan respecto a las medias anuales los porcentajes determinados en la Tabla 7.

Tabla 7: Porcentajes precipitados según periodo estival o invernal

Estación Pluviométrica	Precipitación oct-mar	Precipitación abr-sept
Retamito	81%	19%
Cañada Honda	78%	22%
Auxiliar Media Agua	84%	16%
INTA - Pocito	84%	16%

www.epresanjuan.gob.ar

La distribución de las precipitaciones medias mensuales (Tabla 6), indica para la región un régimen pluviométrico continental Subtropical Atlántico, con dos semestres netamente diferenciados; uno estival (octubre-marzo) donde precipita prácticamente el 80% de la media anual y otro invernal (abril - octubre) relativamente seco donde precipita el 20% restante. En general las lluvias son escasas y sumamente irregulares en cuanto a su distribución en el tiempo y en el área. En los registros el mes de mayor precipitación media mensual está entre enero y febrero y las menores precipitaciones medias mensuales se presentan en general en junio.

Debido a la escasez de las lluvias, a la muy elevada evapotranspiración y al importante déficit hídrico atmosférico y de los terrenos, las lluvias que precipitan sobre la superficie de la zona en estudio, no aportan a la cuenca subterránea del lugar; sólo permiten el desarrollo de la extremadamente escasa y desértica vegetación natural. En síntesis, no existe infiltración profunda ni recarga al acuífero proveniente de las lluvias sobre las áreas de interés. Lo que sí lamentablemente suelen generar las lluvias estivales, son crecidas de importantes caudales máximos y notables capacidades de erosión, en particular en los suelos finos aledaños a las vías férreas y a la ruta provincial Nº 318.

12.2 Precipitaciones Máximas Probables

En general, las lluvias máximas proclives a originar crecidas son tormentas estivales de tipo convectivo, asociadas a procesos frontales y orográficos; las mismas se caracterizan por su escasa duración, elevada intensidad y reducida área de cobertura. Las crecientes que las mismas eventualmente originan, presentan hidrogramas torrenciales de reducidos tiempo base e importantes caudales máximos o “de pico”, con gastos sólidos en suspensión y arrastre de fondo elevados. Los eventos lluvia - escorrentía se caracterizan porque ocurren súbitamente, con marcado carácter aluvional.

Sobre la base de los diversos estudios hidrológicos realizados en la región de Precordillera y su entorno, se infiere que las lluvias más proclives a originar crecidas de consideración son las de reducida duración (inferiores a 90 minutos) y elevada intensidad; en particular, cuando las mismas ocurren en oportunidad en que los índices de infiltración son reducidos, principalmente debido a lluvias anteriores que disminuyen los déficit de humedad de los terrenos y del ambiente.

12.2.1 Determinación de las Precipitaciones Máximas Probables

La teoría sobre el tema expresa que a falta de registros pluviográficos, las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) pueden confeccionarse sobre la base del análisis mediante métodos estadísticos de las precipitaciones diarias máximas anuales observadas en estaciones pluviométricas de la región, para proceder luego a calcular mediante alguna expresión semiempírica, las intensidades máximas probables para duraciones de lluvias inferiores a 24 horas.

Las series de precipitaciones máximas anuales obtenidas de las estaciones provistas por el Servicio Meteorológico Nacional y por el INTA, se muestran en la Tabla 8. Cabe aclarar que, por

www.epresanjuan.gob.ar

“precipitación diaria máxima anual” se entiende a la máxima altura de agua registrada en veinticuatro horas en un determinado año. Estas se obtienen de los valores registrados por estaciones automáticas o de las planillas mensuales confeccionadas por los observadores de los pluviómetros, quienes en la mayoría de los casos sólo efectúan lecturas diarias.

Una vez que se dispuso y sistematizó la información suministrada, la base de datos de las precipitaciones diarias máximas anuales recibió tratamiento estadístico mediante el “Método probabilístico de Gumbel”, con el objeto de calcular las Precipitaciones Máximas Probables (PMP) correspondientes a distintos períodos de retorno. Valores que permiten determinar luego, los caudales máximos probables por algún método hidrológico que utilice como información básica las intensidades de lluvias máximas, entre ellos el Método Racional Generalizado y el hidrograma triangular recomendado por el Soil Conservation Service (USA).

Como conclusión de lo antes expuesto respecto al tema, se infiere sin lugar a dudas que las lluvias más proclives a originar crecidas de consideración son las de reducida duración y elevada intensidad; en particular, cuando las mismas ocurren en oportunidad en que los índices de infiltración son reducidos, principalmente debido a lluvias anteriores que disminuyen los déficit de humedad de los terrenos y del ambiente. Esta situación particular, debe tenerse en cuenta en la determinación de los caudales de crecida máximos probables, a través de un adecuado coeficiente de escurrimiento o derrame eventual que contemple el caso más desfavorable de ocurrencia de los eventos lluvia - escorrentía.

www.epresanjuan.gob.ar

Tabla 8: Precipitaciones diarias máximas anuales

Est. Cañada Honda		Est. Retamito		Est. Media Agua-Sarmiento		Est. INTA -Pocito	
Año	Precipitación Diaria Máxima	Año	Precipitación Diaria Máxima	Año	Precipitación Diaria Máxima	Año	Precipitación Diaria Máxima
1956	16	1956	19	1996	18	1968	18.4
1957	43	1957	17	1997	12	1969	17
1958	40	1958	20	1998	74	1970	9.5
1959	12	1959	38	1999	13	1971	12.4
1960	17	1961	25	2000	21	1972	22.5
1962	9	1963	16	2001	19.5	1973	8.5
1963	11	1968	56	2002	16	1974	28.5
1964	18	1969	17	2003	41.5	1975	50
1965	90	1971	30	2004	20	1976	34
1966	9	1972	30	2005	86	1977	55
1967	60	1973	10	2006	19.5	1978	5.5

1968	42	1974	33	2007	112	1979	25.2
1969	16	1975	26	2008	85	1980	19
1970	9	1976	63	2009	64	1981	23
1971	30	1977	50	2010	44	1982	23
1972	60	1978	33	2011	60	1983	12.5
1973	15	1979	48	2012	39.5	1984	28
1974	13	1980	38	2013	62	1985	14
1979	35	1981	29	2014	97.5	1986	14.5
1980	22	1982	12	2015	31.5	1987	22
1981	85	1983	49	2016	46.5	1988	19
1982	87	1984	40			1989	14
1983	10	1985	27			1990	53.5
1984	47	1986	20			1991	43.5
1985	46	1987	28			1992	21
1987	43	1988	20			1993	41
1988	12	1989	40			1994	20.5
1989	18					1995	32
1990	47					1996	30.5
1992	19					1997	23.5
						1998	18
						1999	41
						2000	11
						2001	9.5
						2002	12.3
						2003	12.5
						2004	14
						2005	24.5
						2006	9
						2007	14.5
						2008	29
						2009	16
						2010	9.2
						2011	13
						2012	14.8
						2013	18
						2014	60
						2015	23.4
						2016	8.1
						2017	6.9
						2018	8.9
						2019	13.45

www.epresanjuan.gob.ar

Para determinar el valor de precipitación asociado a un período de retorno determinado, se utilizó el modelo probabilístico de Gumbel.

Sobre la base de las fórmulas precitadas, se determinó los parámetros característicos, Tabla 9, de las series estadísticas de lluvias diarias máximas anuales de “Cañada Honda”, “Retamito”, “Auxiliar Media Agua-Sarmiento” y “INTA-Pocito”.

Con los parámetros obtenidos y mediante la expresión de Gumbel, se calcularon las precipitaciones diarias máximas probables (PMP diarias) para diferentes recurrencias, Tabla 10.

www.epresanjuan.gob.ar

Tabla 9: Aplicación del método de Gumbel

ESTACIÓN "CAÑADA HONDA"			
n	Máxima anual	Período retorno	$(Xi - Xm)^2$
1	90	31,0	3283,3
2	87	15,5	2948,5
3	85	10,3	2735,3
4	60	7,8	745,3
5	60	6,2	745,3
6	47	5,2	204,5
7	47	4,4	204,5
8	46	3,9	176,9
9	43	3,4	106,1
10	43	3,1	106,1
11	42	2,8	86,5
12	40	2,6	53,3
13	35	2,4	5,3
14	30	2,2	7,3
15	22	2,1	114,5
16	19	1,9	187,7
17	18	1,8	216,1
18	18	1,7	216,1
19	17	1,6	246,5
20	16	1,6	278,9
21	16	1,5	278,9
22	15	1,4	313,3
23	13	1,3	388,1
24	12	1,3	428,5
25	12	1,2	428,5
26	11	1,2	470,9
27	10	1,1	515,3
28	9	1,1	561,7
29	9	1,1	561,7
30	9	1,0	561,7

ESTACIÓN CAÑADA HONDA		
	N	30
	Xm	32,7
	Sx^2	592
	Sx	24,34
	Yn	0,5362
	Sn	1,1124
	a	0,046
	μ	21,0

ESTACIÓN "RETAMITO"			
n	Máxima anual	Período retorno	$(Xi - Xm)^2$
1	63	28,0	1031,1
2	56	14,0	630,6
3	50	9,3	365,2
4	49	7,0	328,0
5	48	5,6	292,8
6	40	4,7	83,0
7	40	4,0	83,0
8	38	3,5	50,6
9	38	3,1	50,6
10	33	2,8	4,5
11	33	2,5	4,5
12	30	2,3	0,8
13	30	2,2	0,8
14	29	2,0	3,6
15	28	1,9	8,3
16	27	1,8	15,1
17	26	1,6	23,9
18	25	1,6	34,7
19	20	1,5	118,6
20	20	1,4	118,6
21	20	1,3	118,6
22	19	1,3	141,3
23	17	1,2	192,9
24	17	1,2	192,9
25	16	1,1	221,7
26	12	1,1	356,8
27	10	1,0	436,3

ESTACIÓN RETAMITO		
	N	27
	Xm	30,9
	Sx^2	189
	Sx	13,74
	Yn	0,53319117
	Sn	1,10053851
	a	0,080
	μ	24,2

ESTACIÓN "AUXILIAR"			
n	Máxima anual	Período retorno	$(Xi - Xm)^2$
1	112	22,0	4252,9
2	97,5	11,0	2571,9
3	86	7,3	1537,8
4	85	5,5	1460,3
5	74	4,4	740,6
6	64	3,7	296,3
7	62	3,1	231,5
8	60	2,8	174,6
9	46,5	2,4	0,1
10	44	2,2	7,8
11	41,5	2,0	27,9
12	39,5	1,8	53,1
13	31,5	1,7	233,7
14	21	1,6	664,9
15	20	1,5	717,5
16	19,5	1,4	744,5
17	19,5	1,3	744,5
18	18	1,2	828,6
19	16	1,2	947,8
20	13	1,1	1141,5
21	12	1,0	1210,0

ESTACIÓN AUXILIAR		
	N	21
	Xm	46,8
	Sx^2	929
	Sx	30,49
	Yn	0,52522356
	Sn	1,06937743
	a	0,035
	μ	31,8

ESTACIÓN "INTA - Pocito"			
n	Máxima anual	Período retorno	$(Xi - Xm)^2$
1	60	53,0	174,6
2	55	26,5	67,5
3	53,5	17,7	45,1
4	50	13,3	10,3
5	43,5	10,6	10,8
6	41	8,8	33,5
7	41	7,6	33,5
8	34	6,6	163,5
9	32	5,9	218,6
10	30,5	5,3	265,2
11	29	4,8	316,3
12	28,5	4,4	334,4
13	28	4,1	352,9
14	25,2	3,8	465,9
15	24,5	3,5	496,7
16	23,5	3,3	542,2
17	23,4	3,1	546,9
18	23	2,9	565,8
19	23	2,8	565,8
20	22,5	2,7	589,8
21	22	2,5	614,3
22	21	2,4	664,9
23	20,5	2,3	690,9
24	19	2,2	772,0
25	19	2,1	772,0
26	18,4	2,0	805,7
27	18	2,0	828,6
28	18	1,9	828,6
29	17	1,8	887,2
30	16	1,8	947,8
31	14,8	1,7	1023,1
32	14,5	1,7	1042,4
33	14,5	1,6	1042,4
34	14	1,6	1074,9
35	14	1,5	1074,9
36	14	1,5	1074,9
37	13,45	1,4	1111,3
38	13	1,4	1141,5
39	12,5	1,4	1175,5
40	12,5	1,3	1175,5
41	12,4	1,3	1182,4
42	12,3	1,3	1189,3
43	11	1,2	1280,6
44	9,5	1,2	1390,2
45	9,5	1,2	1390,2
46	9,2	1,2	1412,7
47	9	1,1	1427,8
48	8,9	1,1	1435,3
49	8,5	1,1	1465,8
50	8,1	1,1	1496,6
51	6,9	1,0	1590,9
52	5,5	1,0	1704,5

ESTACIÓN INTA - POCITO		
	N	52
	Xm	21,7
	Sx^2	814
	Sx	28,53
	Yn	0,54933869
	Sn	1,16380435
	a	0,041
	μ	8,2

Tabla 10: Precipitaciones diarias máximas probables - Método de Gumbel

Período de retorno (años)	PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES (PMP)			
	ESTACIÓN CAÑADA HONDA	ESTACIÓN RETAMITO	ESTACIÓN AUXILIAR	ESTACIÓN INTA-POCITO
	Base de 30 datos	Base de 27 datos	Base de 21 datos	Base de 52 datos
10	70	52	96	63
25	91	64	123	87
50	106	73	143	104
100	122	82	163	121

12.2.2 Precipitaciones Máximas Probables (PMP) sugeridas

Ahora bien, la Organización Meteorológica Mundial (OMM, Nº 168, 1994, página 420) informa que está comprobado por miles de datos analizados, que la denominada “cantidad de lluvia diaria máxima anual” observada en pluviómetros (en tiempos fijos de 24 horas), es menor que la cantidad máxima anual determinada en intervalos de 1.440 minutos consecutivos. De allí que recomienda multiplicar por un factor de 1,13 a las cantidades de lluvia diaria para intervalos de 24 horas, valores éstos que en general son los publicados en los anuarios hidrológicos o registros pluviométricos de precipitaciones diarias máximas anuales. En conclusión, la OMM sostiene que en la práctica, al incrementar en un 13% las precipitaciones diarias máximas anuales observadas, se obtienen valores que se aproximan mucho a los que se obtendrían de análisis efectuados a los máximos reales.

Por lo expuesto en el párrafo precedente, es recomendable ampliar en un 13% las PMP y sus correspondientes intensidades máximas probables (I_{24}) calculadas por Gumbel, obteniéndose los valores que se observan en la Tabla 11.

www.epresanjuan.gob.ar

Tabla 11: Precipitaciones e intensidades diarias máximas probables ampliadas

Período de retorno (años)	PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES (PMP)				INTENSIDADES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES (I_{24})			
	ESTACIÓN CAÑADA HONDA	ESTACIÓN RETAMITO	ESTACIÓN AUXILIAR	ESTACIÓN INTA-POCITO	ESTACIÓN CAÑADA HONDA	ESTACIÓN RETAMITO	ESTACIÓN AUXILIAR	ESTACIÓN INTA-POCITO
10	79	59	108	71	3,3	2,5	4,5	2,9
25	103	73	139	97	4,3	3,0	5,8	4,0
50	120	82	162	116	5,0	3,4	6,7	4,8
100	137	92	184	136	5,7	3,8	7,7	5,7

12.2.3 Intensidades de las lluvias de diseño

Como se anticipara, debido a la falta de registros pluviográficos, las curvas IDF o las relaciones analíticas entre las intensidades, duraciones y frecuencias, a utilizar en el presente estudio para el dimensionamiento de las obras de evacuación de crecidas, sólo pueden obtenerse mediante la aplicación de métodos semiempíricos. Al respecto, varios son los métodos que proponen diferentes investigadores.

Fórmula de Grunsky

La misma propone una variación potencial de la intensidad en función de la raíz cuadrada de la duración de la lluvia; la fórmula calcula las intensidades máximas para lluvias de distintas duraciones (I_t), sobre la base de la intensidad media máxima de la lluvia de 24 horas. (I_{24}).

$$I_t = I_{24} * (24 * 60 / t)^{0,5}$$

En la expresión anterior, el período de retorno interviene a través de la Precipitación Diaria Máxima Probable (PMP_{24}) que define I_{24}:

Donde:

I_{24} = precipitación diaria máxima (para una recurrencia dada) / 24 horas

t = duración de la lluvia en minutos

Las “lluvias de diseño” a considerar en el dimensionamiento de las obras de defensa, encauzamiento y evacuación de crecidas, serán aquellas cuyas duraciones sean iguales a los tiempos de concentración de las cuencas; como se anticipara los cálculos hidrológicos se realizarán teniendo en

www.epresanjuan.gob.ar

cuenta la PMP_{24} e I_{24} determinadas sobre las bases de datos pluviométricos de las cuatro estaciones consideradas.

En la tabla 12 se resumen las intensidades diarias máximas probables (I_{24}) determinadas mediante el método de Gumbel y la fórmula de Grunsky, correspondientes a las recurrencias consideradas (10, 25, 50 y 100 años).

Tabla 12: Intensidades de lluvias correspondientes a distinto periodos de retorno

Duración lluvia (t) (min.)	Intensidad de lluvia (mm/hora) (I_t)															
	10 años				25 años				50 años				100 años			
	Cañada Honda	Retamito	Auxiliar	INTA-Pocito	Cañada Honda	Retamito	Auxiliar	INTA-Pocito	Cañada Honda	Retamito	Auxiliar	INTA-Pocito	Cañada Honda	Retamito	Auxiliar	INTA-Pocito
5	56,1	41,8	76,7	49,9	72,7	51,3	98,3	68,5	85,0	58,3	114,3	82,2	97,2	65,3	130,2	95,9
10	39,7	29,6	54,2	35,3	51,4	36,3	69,5	48,4	60,1	41,2	80,8	58,2	68,7	46,1	92,1	67,8
20	28,0	20,9	38,3	24,9	36,3	25,6	49,1	34,2	42,5	29,1	57,2	41,1	48,6	32,6	65,1	48,0
30	22,9	17,1	31,3	20,4	29,7	20,9	40,1	28,0	34,7	23,8	46,7	33,6	39,7	26,6	53,2	39,2
40	19,8	14,8	27,1	17,6	25,7	18,1	34,7	24,2	30,0	20,6	40,4	29,1	34,4	23,1	46,0	33,9
50	17,7	13,2	24,2	15,8	23,0	16,2	31,1	21,7	26,9	18,4	36,1	26,0	30,7	20,6	41,2	30,3
60	16,2	12,1	22,1	14,4	21,0	14,8	28,4	19,8	24,5	16,8	33,0	23,7	28,1	18,8	37,6	27,7
70	15,0	11,2	20,5	13,3	19,4	13,7	26,3	18,3	22,7	15,6	30,5	22,0	26,0	17,4	34,8	25,6
80	14,0	10,5	19,2	12,5	18,2	12,8	24,6	17,1	21,2	14,6	28,6	20,6	24,3	16,3	32,6	24,0
90	13,2	9,9	18,1	11,8	17,1	12,1	23,2	16,1	20,0	13,7	26,9	19,4	22,9	15,4	30,7	22,6
100	12,5	9,3	17,1	11,2	16,2	11,5	22,0	15,3	19,0	13,0	25,6	18,4	21,7	14,6	29,1	21,4
110	12,0	8,9	16,3	10,6	15,5	10,9	21,0	14,6	18,1	12,4	24,4	17,5	20,7	13,9	27,8	20,5
120	11,5	8,5	15,7	10,2	14,8	10,5	20,1	14,0	17,3	11,9	23,3	16,8	19,8	13,3	26,6	19,6

www.epresanjuan.gob.ar

Método de Rühle

Según el Ing. Federico Rühle (“Determinación del derrame máximo superficial de las cuencas imbríferas”, 1966, Dirección Nacional de Vialidad), la intensidad máxima correspondiente a una recurrencia de 25 años (I_{25}) puede calcularse mediante la expresión siguiente:

$$I_{25} = \frac{a}{t^b + c}$$

Donde:

- t : duración de la lluvia de intensidad media I_{25}, en minutos.
- a y c: coeficientes que dependen de la intensidad horaria R_H.
- b : constante (b = 0,82)
- I_H : intensidad de la precipitación horaria de 60 minutos de duración en mm/hora, correspondiente a un intervalo de recurrencia de 25 años.

Para determinar los valores de los coeficientes “a”, “b” y “c”, el autor sugiere las siguientes expresiones:

$a = 31 * I_H + 0,023 * I_H^{2,295}$

$b = 0,82$

$c = 2,29 + 0,023 * I_H^{1,295}$

I_H = 30 mm/hora (del mapa de isoyetas provisto por el propio Rühle, se adopta como válida para la zona y su entorno

Luego, para el área de interés y sus adyacencias, se tiene:

a = 986

b = 0,82

c = 4,2

Para duraciones de lluvias superiores a 2 horas, el autor recomienda calcular directamente I_{25} mediante la expresión simplificada siguiente:

$I_{25} = a / t^b$

La intensidad de una lluvia correspondiente a un intervalo de recurrencia Tr distinto de 25 años (para nuestro caso 50 y 100 años), puede calcularse mediante la fórmula siguiente:

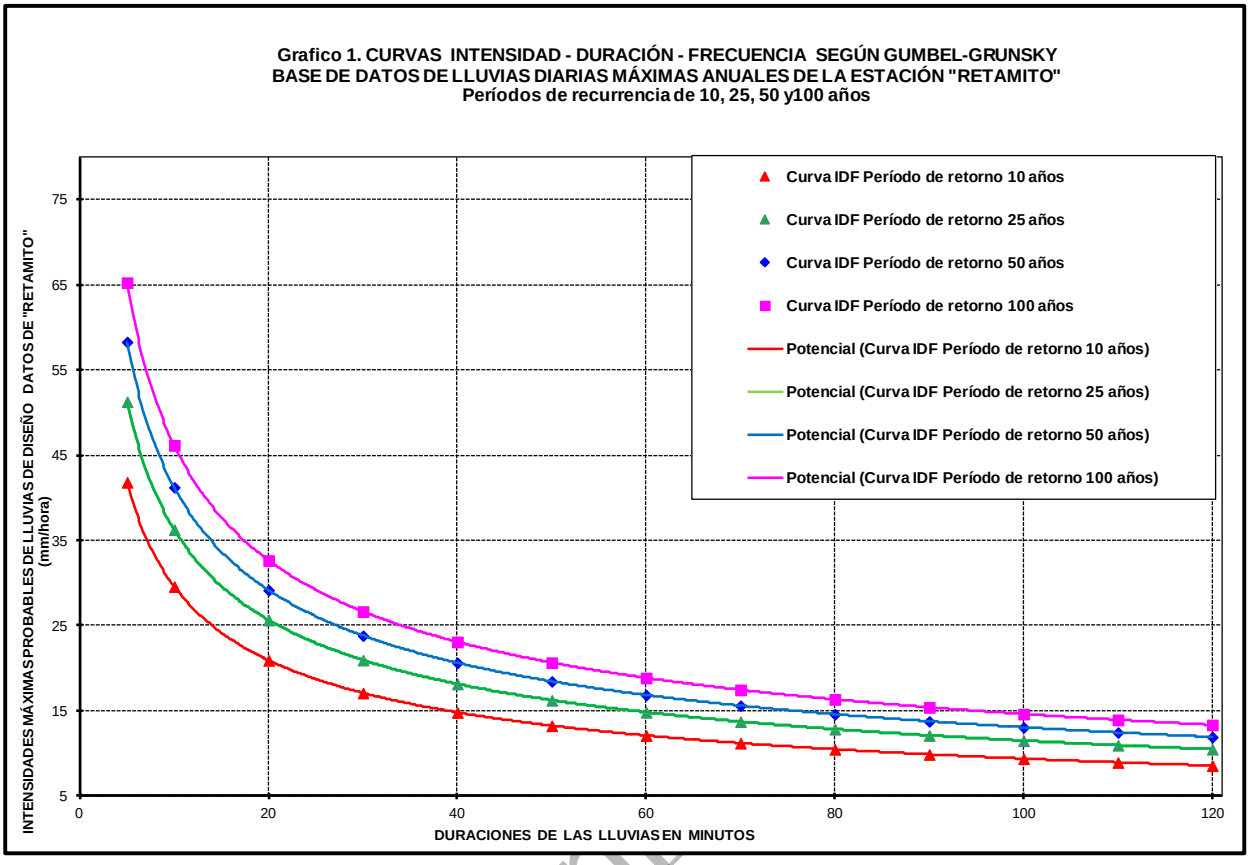
$$I = I_{25}(1 + 0.44 \frac{50}{50 + I_{25}^{0.5}} \log \frac{T}{25})$$

Como puede observarse, las diferencias entre los métodos de cálculo no son grandes, en particular para lluvias de reducidas duraciones.

12.2.4 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

A modo de ejemplo, en la Tabla 12 se han calculado las diversas intensidades máximas probables (It) determinadas mediante el método de Gumbel (PMP24 debidamente incrementadas en un 13%) y la expresión de Grunsky, para tiempos de duraciones de lluvias de 5 minutos a 120 minutos y para las recurrencias de 10, 25, 50 y 100 años. Los valores de las intensidades correspondientes a lluvias de diferentes duraciones, permiten obtener las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) de los gráficos 1, 2, 3 y 4.

www.epresanjuan.gob.ar


Grafico 1. CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA SEGÚN GUMBEL-GRUNSKY
BASE DE DATOS DE LLUVIAS DIARIAS MÁXIMAS ANUALES DE LA ESTACIÓN "RETAMITO"
Períodos de recurrencia de 10, 25, 50 y100 años
INTENSIDADES MÁXIMAS PROBABLES DE LLUVIAS DE DISEÑO DATOS DE "RETAMITO" (mm/hora)
DURACIONES DE LAS LLUVIAS EN MINUTOS
Curva IDF Período de retorno 10 años
Curva IDF Período de retorno 25 años
Curva IDF Período de retorno 50 años
Curva IDF Período de retorno 100 años
Potencial (Curva IDF Período de retorno 10 años)
Potencial (Curva IDF Período de retorno 25 años)
Potencial (Curva IDF Período de retorno 50 años)
Potencial (Curva IDF Período de retorno 100 años)

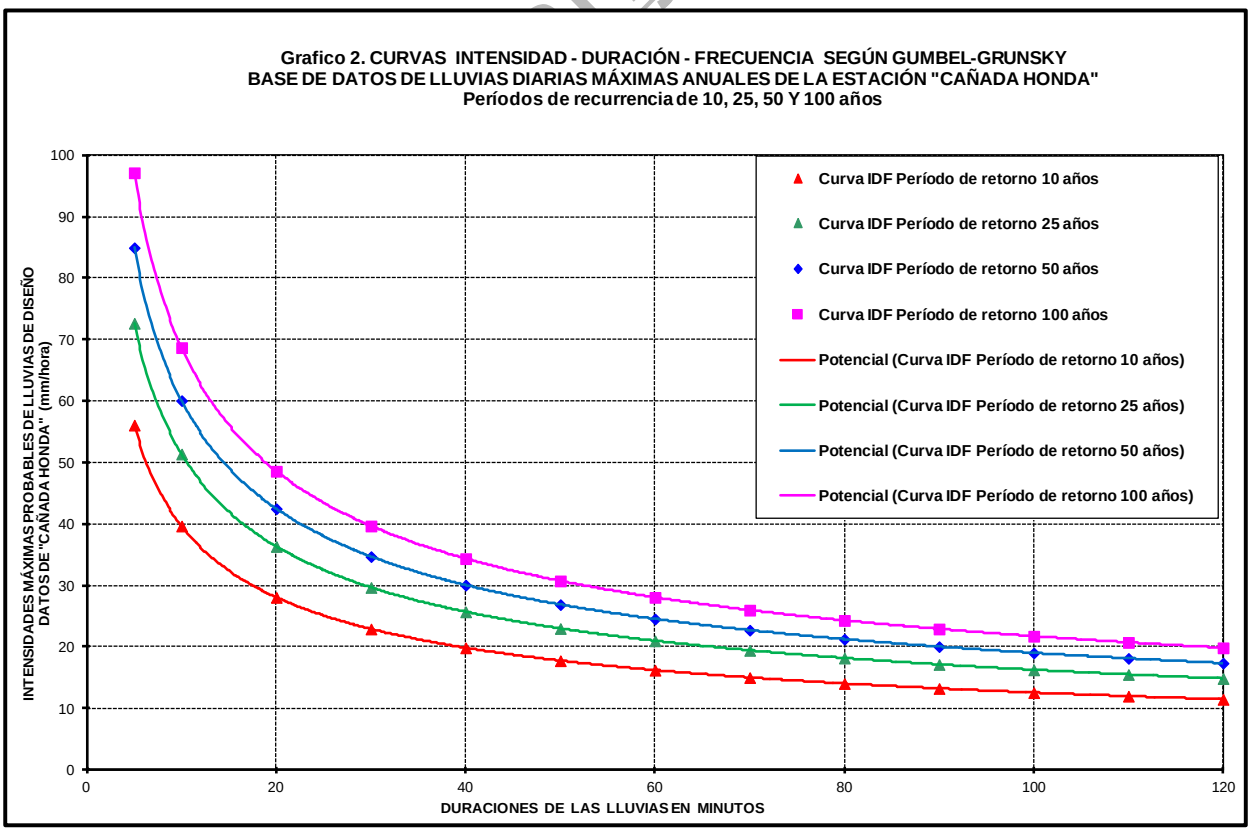

Grafico 2. CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA SEGÚN GUMBEL-GRUNSKY
BASE DE DATOS DE LLUVIAS DIARIAS MÁXIMAS ANUALES DE LA ESTACIÓN "CAÑADA HONDA"
Períodos de recurrencia de 10, 25, 50 Y 100 años
INTENSIDADES MÁXIMAS PROBABLES DE LLUVIAS DE DISEÑO DATOS DE "CAÑADA HONDA" (mm/hora)
DURACIONES DE LAS LLUVIAS EN MINUTOS
Curva IDF Período de retorno 10 años
Curva IDF Período de retorno 25 años
Curva IDF Período de retorno 50 años
Curva IDF Período de retorno 100 años
Potencial (Curva IDF Período de retorno 10 años)
Potencial (Curva IDF Período de retorno 25 años)
Potencial (Curva IDF Período de retorno 50 años)
Potencial (Curva IDF Período de retorno 100 años)

Grafico 3. CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA SEGÚN GUMBEL-GRUNSKY
BASE DE DATOS DE LLUVIAS DIARIAS MÁXIMAS ANUALES DE LA ESTACIÓN "AUXILIAR MEDIA AGUA-SARMIENTO"
Períodos de recurrencia de 10, 25, 50 Y 100 años

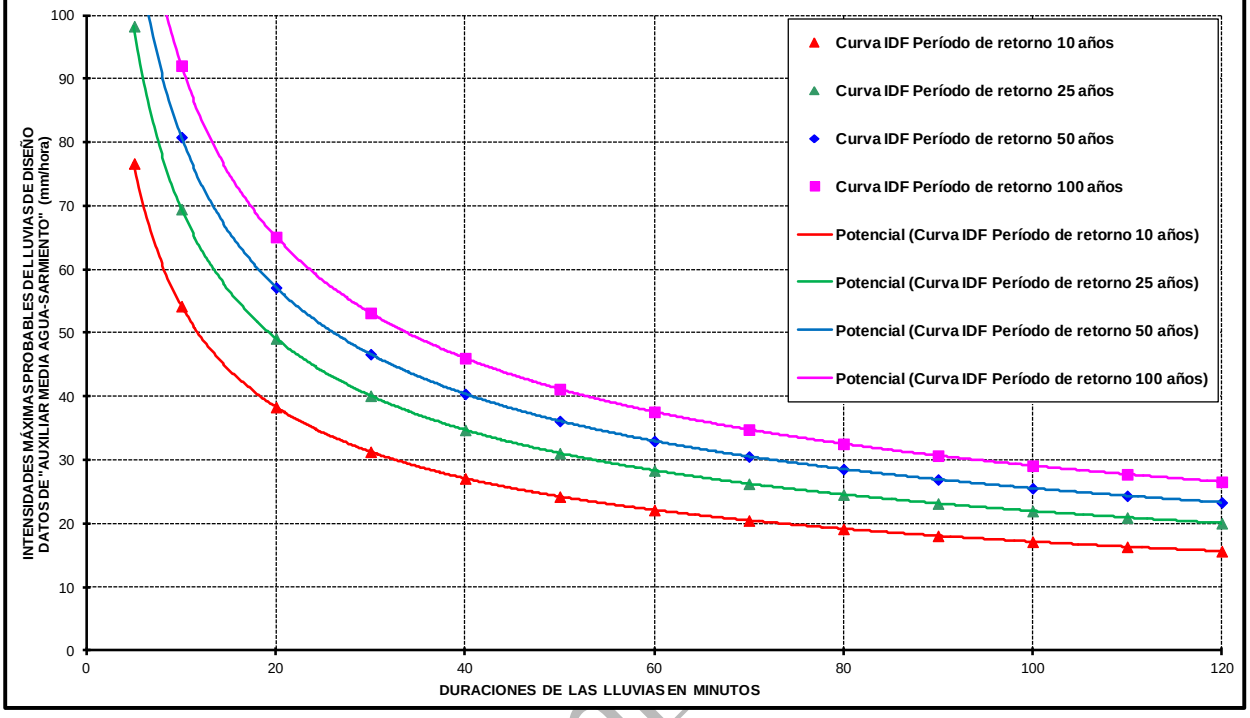
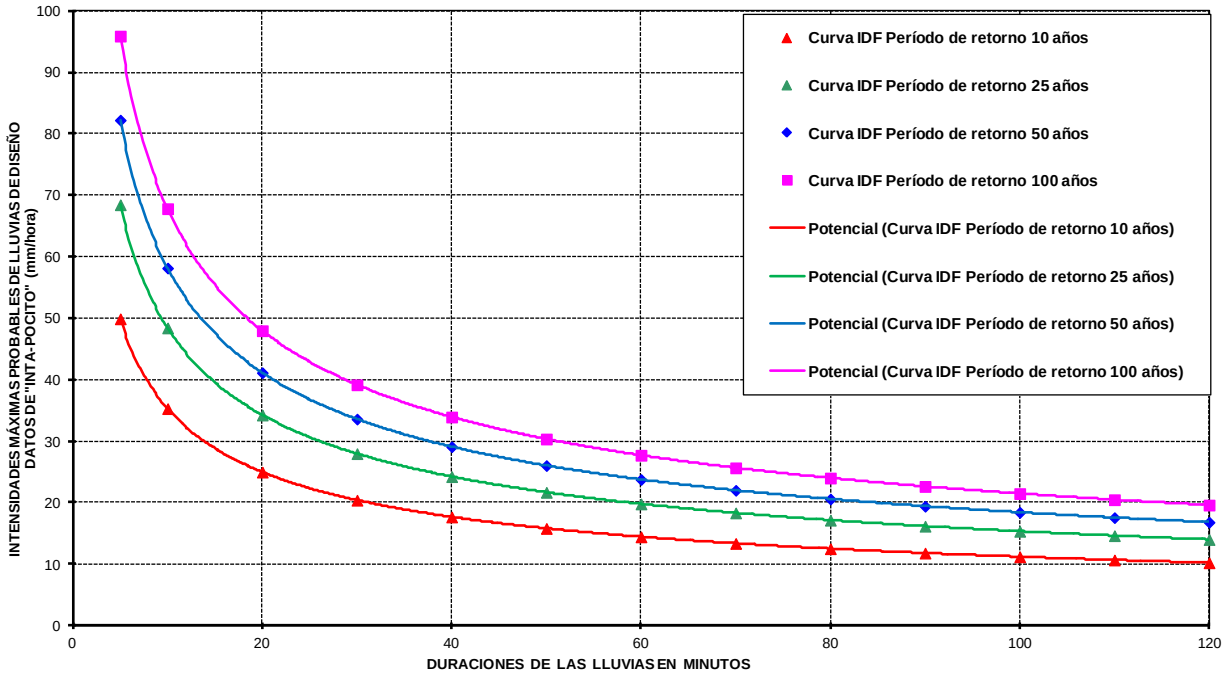


Grafico 4. CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA SEGÚN GUMBEL-GRUNSKY
BASE DE DATOS DE LLUVIAS DIARIAS MÁXIMAS ANUALES DE LA ESTACIÓN "INTA-POCITO"
Períodos de recurrencia de 10, 25, 50 Y 100 años



12.2.5 Cálculo de los caudales máximos probables

Entre los cauces precitados, existen una serie de álveos de menor cuantía que integran las redes imbríferas de los principales. En muchos casos son simples caucecillos, algunos descienden en forma divergente de las lomadas existentes en los extremos noroeste y sureste de la propiedad, otros son el resultado de erosiones y drenajes locales generados por las lluvias intensas, debido en parte a la muy escasa protección de la cobertura vegetal y en parte al predominio de suelos de materiales finos y fácilmente removibles.

Sobre la base de lo expuesto, se determinará a continuación los caudales máximos correspondientes a diferentes recurrencias, que probablemente aporten los dos cauces principales que afectan al predio en estudio.

12.2.6 Cálculo de los tiempos de concentración de las cuencas

En los métodos hidrológicos para determinación de caudales máximos de avenidas las lluvias máximas probables más desfavorables en cuanto al diseño de obras de evacuación de crecidas se refiere, son aquellas cuyas duraciones coinciden con los tiempos de concentración de las cuencas.

Para el cálculo de los tiempos de concentración de las cuencas cuyos derrames eventuales afectan la zona del camino, se ha considerado oportuno emplear las fórmulas semiempíricas siguientes:

- Soil Conservation Service (SCS):

$$Tc = 57 * (L^3 / \Delta H)^{0,385} = 57 * (L^{1,155} / \Delta H^{0,385})$$

- Passini:

$$Tc = 3,6 * [(A * L)^{0,333} / (\Delta H / L)^{0,5}]$$

Donde:

Tc = tiempo de concentración de la cuenca, en minutos.

A = superficie de la cuenca, en kilómetros cuadrados.

i = pendiente media, expresada a través de ΔH y L.

ΔH = desnivel en metros entre la sección de aporte (a la que corresponde la superficie A) y el punto hidrológicamente más lejano.

L = distancia en kilómetros, medida según el cauce principal, entre la salida o sección de aporte y el punto hidrológicamente más alejado.

www.epresanjuan.gob.ar

La primera de las fórmulas anteriores (SCS) tiene en cuenta la longitud del cauce principal (L) y el desnivel (ΔH); la segunda (Passini) depende del área de la cuenca (A), de la longitud del emisario principal (L) y del desnivel (ΔH). Debido a ello y en relación directa con la forma de la cuenca, coinciden aproximadamente o difieren en mucho o poco los valores calculados de los tiempos de concentración mediante una y otra fórmula.

Para la determinación de los diferentes valores de áreas, desniveles y longitudes que permiten calcular los tiempos de concentración de las diferentes cuencas, se ha utilizado el plano geomorfológico antes descripto y cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM). Estas planialtimetrías, con las limitaciones de escala y equidistancia entre curvas de nivel precitadas, proveen la información disponible a los fines de los cálculos hidrológicos motivos del presente estudio de crecidas máximas. Fundamentalmente se trabajó sobre imágenes landsat; en éstas se han delimitado las cuencas de recepción y aporte, Figura 10 y 11.

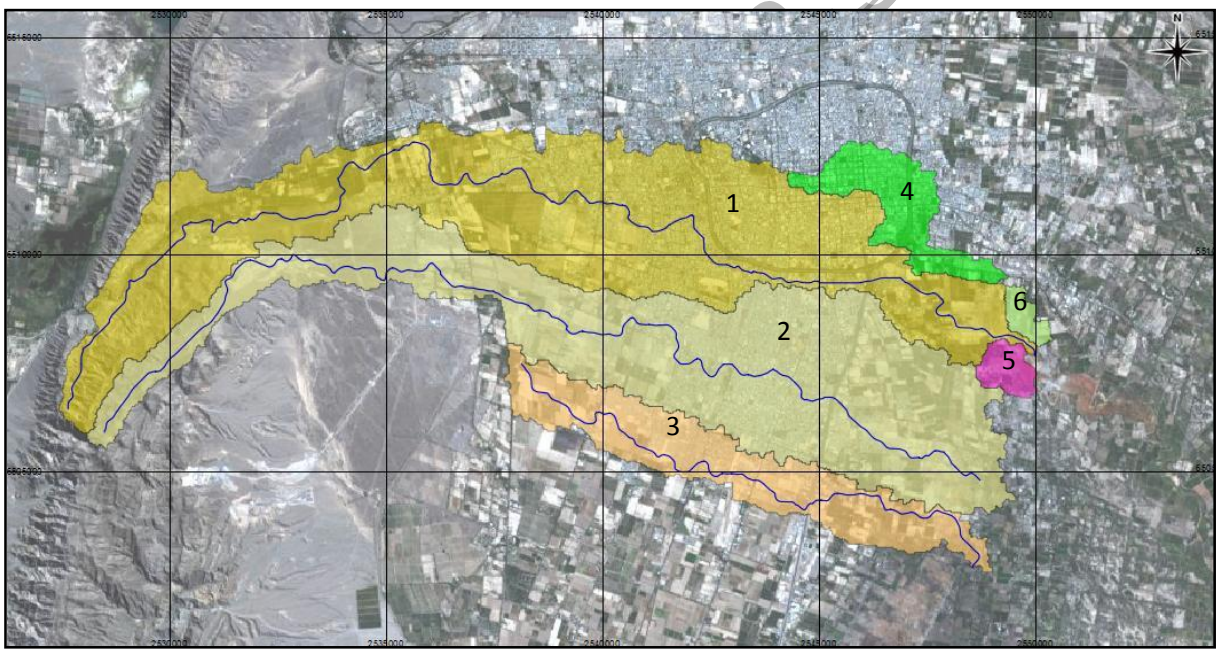
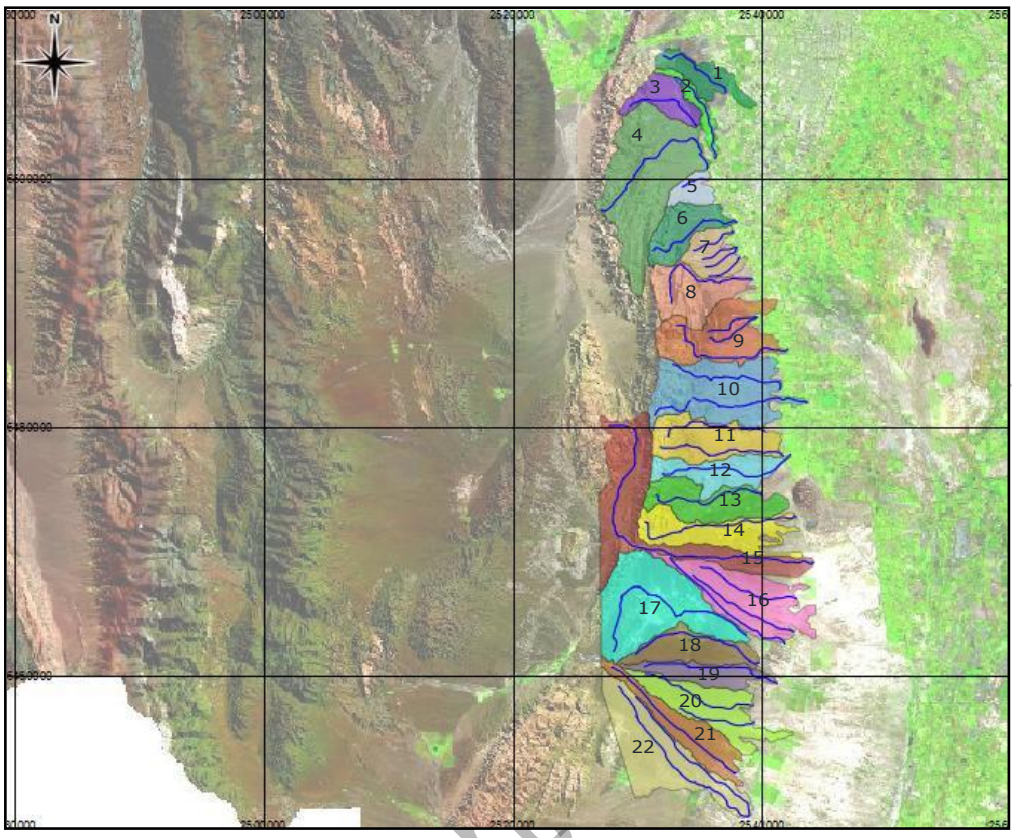


Figura 10: Imagen de cuencas y ríos influyentes en el área de la línea de interconexión Este

Figura 11: Imagen de cuencas y ríos influyentes en el área de la línea de interconexión Sur



Es necesario aclarar que existen algunas dificultades para el trazado de las divisorias de aguas superficiales. Ello se debe a que la geomorfología de la zona se caracteriza por una serie de cauces, algunos activos otros no, que originalmente han tenido su origen en el cono del río principal de la cuenca, y los mismos se desarrollan en sentido divergente. Además, en épocas recientes los álveos han sufrido modificaciones en planimetría como consecuencia de la ocurrencia de escorrentías extraordinarias de gran capacidad erosiva. Si se examinan las imágenes satelitales y fotografías aéreas de la zona, se observa que los cauces se hallan íntimamente relacionados y en algunos casos se superponen y hasta se cruzan.

Por las razones antes expuestas, la red imbrífera es densa, existiendo cauces activos, otros no tanto y los hay sin indicios de escurrimientos acontecidos en tiempos históricos. Como consecuencia de este panorama hidrológico, se comprende que las cuencas de los cauces en cuestión son muy difíciles de definir con precisión.

En la Tabla 14, se consignan las superficies de recepción, longitudes de los cauces principales y desniveles máximos de las cuencas que interesan a los fines del presente trabajo; con los datos en cuestión pudieron calcularse los tiempos de concentración por las fórmulas precitadas (SCS y Passini). Debido a que éstas son semiempíricas y brindan valores sólo aproximados, se ha considerado

www.epresan

conveniente efectuar los cálculos hidrológicos con el promedio de los tiempos calculados en cada caso por las fórmulas en cuestión.

12.2.7 Período de retorno a considerar en los cálculos

Como se anticipara, un evento de determinada magnitud tiene una recurrencia de Tr años, cuando dicho evento es, en promedio, igualado o superado al menos una vez en dicho período de tiempo. Las lluvias son eventos aislados e independientes, luego es posible calcular la probabilidad de falla de una obra, debida a la crecida que una lluvia genera, para el caso de una vida útil de la misma de n años.

La probabilidad de que la obra no falle durante el transcurso de su vida útil, implica que no ocurra un evento superior a la lluvia de diseño utilizada para su dimensionamiento hidrológico, durante el primer año, durante el segundo y así sucesivamente para cada uno de los años de la vida útil de la obra. Dado que cada uno de los eventos es independiente, la probabilidad de falla o riesgo se determina mediante la expresión:

$$r = 1-\left(1-\frac{1}{Tr}\right)^{n}$$

Donde:

- r : probabilidad de falla o riesgo

- Tr : periodo de recurrencia, en años

- n : vida útil en años

En diferentes manuales la expresión precedente se encuentra resuelta para distintos valores de n y r:

Tabla 13: Período de retorno y riesgo de falla según la vida útil considerada

Riesgo	**Vida útil en años**				
%	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**
75	8	15	19	37	73
50	15	29	37	73	145
25	35	70	87	174	348
10	95	190	238	475	950
5	195	390	488	975	1950
1	995	1990	2488	4975	9950

www.epresanjuan.gob.ar

En la Tabla 13 se indica que, si se desea por ejemplo un riesgo de falla del 25% para una obra cuya vida útil es de 50 años, hay que realizar los cálculos hidrológicos para un período de retorno de 174 años, en definitiva 200 años.

También los manuales de diseño hidrológico, suelen recomendar para el proyecto de obras de drenaje de rutas, la adopción de distintos períodos de retorno según el tipo e importancia de la obra. Por ejemplo, las direcciones nacionales de vialidad de Argentina y de Chile, sugieren a título orientativo para el caso de puentes carreteros recurrencias de 100 ó 200 años y para grandes alcantarillas (D > 1,50m) recurrencias de 50 ó 100 años.

De acuerdo a lo antes expuesto, en el presente estudio hidrológico se recomienda para la determinación de las lluvias de diseño y sus consecuentes crecidas máximas probables, realizar los cálculos según los valores correspondientes al período de retorno de 100 años.

12.2.8 Intensidades máximas probables de las lluvias de diseño

En resumen, sobre la base de lo expuesto en apartados anteriores, las lluvias de diseño máximas probables a considerar en el diseño hidrológico de las obras de drenaje, serán aquellas cuyas duraciones sean iguales a los tiempos de concentración de las cuencas; además, de acuerdo a lo anticipado, los cálculos de los caudales máximos se realizan teniendo en cuenta período de retorno de 100 años. La expresión de Grunsky a aplicar en el presente estudio es:

$$I_t = I_{24} * (24 * 60 / t)^{0,5} \qquad \text{donde } t \text{ se expresa en minutos}$$

Sobre la base de los valores de precipitaciones e intensidades diarias máximas probables predeterminados para las estaciones, Tabla 11, y en atención a que en cálculos de este tipo debe primar un criterio conservador, se decidió efectuar el diseño hidrológico de las obras de defensa, encauzamiento y evacuación de crecientes, teniendo en cuenta los valores máximos calculados sobre la base de datos de la “Estación INTA de Pocito”, para las cuencas ubicadas en los departamentos de Rivadavia, Capital, Rawson, Santa Lucía y Pocito; y la base de datos de la “Estación Auxiliar Media Agua- Sarmiento” para las cuencas ubicadas más al sur de la provincia.

Según los cálculos realizados con datos de las estaciones para recurrencias de 50 y 100 años, corresponden intensidades diarias máximas probables (I_{24}) determinadas por Gumbel (Tabla 11) de 4,8 mm/hora y 5,7 mm/hora para la Estación INTA Pocito y de 6,7 mm/hora y 7,7 mm/hora para la Estación Auxiliar Media Agua- Sarmiento, respectivamente. Las intensidades de las lluvias de diseño (I_t) correspondientes a las distintas cuencas en cuestión, se consignan en la Tabla 14, para la zona sur y en la tabla 15 para la zona este. También en ésta se resumen las intensidades máximas probables,

www.epresanjuan.gob.ar

calculadas por las fórmulas sugeridas por Rühle para I_H = 30 mm/h, para el período de retorno de 25 años, y su cálculo para 50 y 100 años.

Obsérvese que las intensidades calculadas por uno (Gumbel-Grunsky) y otro método (Rühle), son para una misma cuenca de similares órdenes de magnitud. Cabe mencionar que: a) la intensidad horaria de 30 mm/h, corresponde a la isoyeta de Rühle que pasa por la vertiente oriental de las serranías de Loma Redonda y Pedernal; b) el trabajo de Rühle data del año 1966, por lo que las isoyetas que en el mismo se propone fueron confeccionadas con datos anteriores a esa fecha; c) mientras que los cálculos de las PMP diarias realizados en el presente informe, se efectuaron con lluvias diarias máximas anuales del período 1956-2016.

12.2.9 Método Racional Generalizado

Para el cálculo de los caudales máximos de crecidas, a emplear en el proyecto y dimensionamiento de las obras de drenaje de la calzada, en principio se aplicará el Método Racional Generalizado (MRG), aún a sabiendas de las críticas que al mismo suelen efectuarles algunos hidrólogos. Este propone la determinación de los caudales máximos mediante la fórmula siguiente:

$$Q_{máx.} = 0{,}278 * Cr * Cp * Ce * I_t * A$$

Donde:

$Q_{máx.}$ = caudal máximo o “de pico” en m^3/seg., correspondiente a la recurrencia de la lluvia de intensidad I_t (50 y 100 años).

Cp = coeficiente que tiene en cuenta la influencia sobre el derrame, de la menor intensidad de lluvia media areal con relación a la intensidad máxima puntual predeterminada (I_t).

Cr = coeficiente menor que la unidad; tiene en cuenta la reducción del derrame máximo por la retención en los cauces.

Ce = coeficiente de escorrentía o derrame eventual de la cuenca.

I_t = intensidad de la precipitación de diseño en mm/hora, valores determinado para las recurrencias de 50 años y 100 años.

A = área de la cuenca de recepción y aporte, en kilómetros cuadrados.

Respecto a los distintos coeficientes que intervienen en la expresión del MRG, cabe para el caso de las cuencas en cuestión expresar lo siguiente:

Coeficiente Cr

www.epresanjuan.gob.ar

De acuerdo a las características de las redes de drenaje de las cuencas cuyos derrames eventuales afectan al camino, resulta apropiado adoptar para los cálculos un valor conservador del coeficiente de retención en cauces: Cr = 0,90

Coeficiente Cp

Este coeficiente tiene en cuenta la influencia sobre el derrame de la menor intensidad media areal con relación a la intensidad puntual máxima probable determinada para cada cuenca (I_t), resulta obvio que Cp disminuye sustancialmente al aumentar la superficie de recepción y aporte. Cuando las cuencas son de muy reducida extensión (prácticamente inferiores a 1 Km^2), el área de cobertura de las tormentas abarca toda la superficie de recepción (Cp = 1); lo que no suele suceder cuando las áreas de las cuencas son mayores. En el presente trabajo, se adopta los valores calculados mediante la fórmula sugerida en marzo del 2008 por el Centro Regional Andino (CRA):

$$\%\text{lluvia puntual} = Cp = 1 - 0{,}7632\ (1 - e^{-0{,}00769*A})$$

La expresión anterior permite graficar la denominada "curva lámina-área", para reducir la precipitación o intensidad de lluvia puntual a valores promedios en el área. En la respectiva columna de la tabla 14 y 15, se consignan los coeficientes Cp correspondientes a cada cuenca, calculados según la expresión antes consignada.

Coeficiente de escorrentía eventual (Ce)

Prácticamente el Ce mide la mayor o menor capacidad de una cuenca, en condiciones medias de humedad antecedente del suelo, para permitir el escurrimiento sobre la misma. A mayor valor de Ce, mayor es la proporción de la precipitación caída que se transforma en escurrimiento en la sección de control o egreso de la cuenca. Valores reducidos de Ce implican que mayores son los volúmenes que son interceptados por la cobertura vegetal, se infiltran en los terrenos, evapotranspiran y quedan detenidos o retenidos superficialmente.

Los valores de Ce para cuencas con diferentes características climáticas y geomorfológicos, suelen encontrarse tabulados en función del tipo de cubierta vegetal, la permeabilidad de los terrenos o capacidad de infiltración de los mismos y el tiempo de concentración; este último, a su vez, es función del área de la cuenca y de la longitud, rugosidad y pendiente de su cauce principal. Los resultados determinados experimentalmente y luego publicados por diversos investigadores, han servido de guía para deducir los valores de Ce recomendados para diferentes tipos de terrenos, cubierta vegetal y tiempos de concentración, los que suelen resumirse en cuadros o tablas. Uno de ellos es el que suele utilizar la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), en el cual se observa que para tiempos de concentración inferiores de 60 minutos, el coeficiente de escorrentía es prácticamente constante. Por simplicidad, en el presente estudio hidrológico se ha considerado el predominio en toda la región de un mismo tipo de terrenos y cobertura vegetal, que se supone uniforme e igual para todas las cuencas.

www.epresanjuan.gob.ar

Además, puede agregarse con respecto al coeficiente de escurrimiento que, la condición de máximo caudal, a igualdad de intensidad de lluvia y área de la cuenca, ocurre cuando el índice de infiltración es mínimo; éste tiene en cuenta todas las porciones de precipitación que por diferentes causas no escurren por la sección de aporte o salida (a la cual corresponde el área A). Los coeficientes de escorrentías eventuales se maximizan en el caso en que las precipitaciones que originan las crecidas son precedidas por otras que satisfacen los déficit de humedad de campaña e higrométrico de la atmósfera.

Concretamente y sobre la base de las características geomorfológicas y del complejo suelo-vegetación que prevalecen en la zona, se ha adoptado para el caso de las cuencas de la comarca: *"cubierta rala de arbustos" y "terrenos bastante permeables"*; clasificación a la que correspondería según los valores indicados en el cuadro de la DNV, en promedio un coeficiente de escurrimiento de 0,35 (35%).

Sobre la base de los diferentes valores antes señalados de Cr, Cp y Ce, la expresión del MRG que permite calcular los caudales máximos de crecida queda reducida en el caso a:

$$Q_{máx.} = 0{,}278 * 0{,}90 * Ce * Cp * I_t * A = 0{,}25 * Ce * Cp * I_t * A \ (m^3/seg.)$$

En síntesis, para la aplicación de la fórmula anterior, se ha determinado para las cuencas de los cauces principales en cuestión, lo siguiente:

- Superficie de la cuenca en kilómetros cuadrados (A)
- Longitud del cauce principal en kilómetros (L)
- Desnivel entre el punto más lejano y la sección de aporte (ΔH)
- Tiempo de concentración en minutos (Tc).
- Valores de los coeficientes Cr, Ce y Cp.
- Intensidades de las lluvias de diseño (para recurrencias de 50 y 100 años)

Mediante la fórmula del MRG precedente, en la tabla 14 y 15 se han calculado los caudales máximos probables correspondientes a los períodos de retorno de 50 años y 100 años respectivamente, para las cuencas de los arroyos principales. Luego:

- A los caudales máximos calculados mediante el MRG, empleando las intensidades máximas probables determinadas por Gumbel y la fórmula de Grunsky, se los individualiza como $Q_{máx.\,1}$ (MRG Grunsky).

www.epresanjuan.gob.ar

- A los caudales máximos calculados mediante el MRG, empleando las intensidades máximas probables determinadas por las expresiones propuestas por Rühle, se los individualiza como $Q_{máx.\ 2}$ (MRG Rühle).

12.2.10 Método del Soil Conservation Service

El método propuesto por el Soil Conservation Service (SCS) suele ser muy utilizado y con él se obtienen resultados razonablemente aproximados. La descripción del mismo y su aplicación puede ser consultada en el apéndice A "Determinación del escurrimiento con los datos de suelos y de la vegetación" del "Desing of Small Dams" (USA). En resumen, el método determina el escurrimiento sobre la base de tres variables: la precipitación (P), la humedad anterior al inicio de la lluvia y el complejo hidrológico suelo – vegetación; la ecuación a resolver es la siguiente:

$$Q = (P - Ia)^2 / (P - Ia + S)$$

Según el SCS los distintos términos que intervienen en la ecuación anterior tienen el siguiente significado:

Q : escurrimiento directo en pulgadas.

P : precipitación de la tormenta en pulgadas.

S : diferencia potencial máxima entre P y Q, en pulgadas, a la hora en que comienza el aguacero.

Ia : abstracción inicial o precipitación que ocurre antes del inicio del escurrimiento directo

CN : número de curva del complejo suelo-vegetación.

$CN = 1000 / (10 + S)$

En el sistema métrico decimal, tanto el escurrimiento directo (Q), como la precipitación (P), la diferencia de potencial (S) y la abstracción inicial (Ia) se expresan en milímetros. En este caso:

$$CN = 25.400 / (S + 254)$$

$$S = (25.400 / CN) - 254$$

Los diversos complejos suelo-vegetación se diferencian por curvas que resuelven gráficamente la ecuación de escurrimiento $[Q = (P - Ia)^2 / (P - Ia + S)]$. El SCS provee dos gráficos "Precipitación-Escurrimiento-N° de curva"; en ellos las curvas se encuentran individualizadas con un número CN

www.epresanjuan.gob.ar

(variable éste entre 100 y 0), las mismas se han representado en función de los valores de precipitación P en abscisas (en pulgadas) y del escurrimiento directo Q en ordenadas (en pulgadas) que origina la lluvia P. Cada curva es representativa de un determinado complejo que se define en función del tipo de terreno y de la cobertura vegetal. En cuanto a las condiciones antecedentes, el SCS propone tres casos:

Condición I: los terrenos de la cuenca están secos, pero no hasta el punto de marchitamiento; este caso no es aplicable a la determinación de avenidas de diseño de obras hidráulicas de drenaje o defensa.

Condición II: Es el caso promedio para crecidas anuales u ordinarias, contempla un promedio de las condiciones hidrometeorológicas que han precedido a la ocurrencia de la avenida máxima.

Condición III: tiene en cuenta que previo a la ocurrencia del evento lluvia-escorrentía máxima, han acontecido precipitaciones y han prevalecido bajas temperaturas durante al menos los cinco días anteriores a la tormenta (PMP); prácticamente los terrenos de la cuenca se encuentran muy próximos a un estado de saturación.

Por ejemplo, para los materiales sueltos no consolidados y la cobertura vegetal predominantes en las zonas del pie de monte Sub andino (Mendoza y San Juan), suele recomendarse para la solución de la ecuación de escurrimiento una curva CN 80; ésta contempla los casos de crecientes extraordinarias (recurrencias del orden de 50 y 100 años), realmente se ubica en una situación intermedia entre las condiciones II y III antes explicitadas.

El SCS también propone un cuadro de equivalencias entre curvas para la Condición II y curvas para la Condición III; así por ejemplo una CN 80 en la Condición II se equivale con una CN 94 en la Condición III de terrenos casi saturados. Cabe aclarar que las curvas CN superiores a 94, corresponden a terrenos prácticamente impermeables o bien completa y totalmente saturados por lluvias precedentes al evento que se estudia; tal es el caso de las cuencas en donde predominan los afloramientos de rocas consolidadas y compactas, prácticamente impermeables.

Adoptada una CN queda definido en consecuencia el valor de S y teniendo en cuenta que pueden calcularse fácilmente las precipitaciones P sobre la base de las intensidades máximas probables I_t predeterminadas, correspondientes a lluvias cuyas duraciones son iguales a los tiempos de concentración de cada cuenca (t = Tc), se puede ya sea gráfica o analíticamente calcular los escurrimientos directos Q.

En cuanto a la abstracción inicial (Ia) existen dos criterios: a) El Soil Conservation Service propuso y sostiene aún (al menos hasta hace unos años atrás) que la misma es el veinte por ciento de la diferencia potencial máxima (S), o sea Ia=0,2*S; b) Con posterioridad, otros investigadores (como

www.epresanjuan.gob.ar

Hawkins, R. H., 2001; Jiang, R., etc.) sobre la base de propias experiencias, recomiendan emplear otras expresiones para estimar la abstracción inicial, una de ellas es $Ia = S^{0,55}$.

Sobre la base de lo antes expuesto, en el presente estudio hidrológico se adopta una curva CN 80. Luego: S = 63,5 ; Ia=0,2*S = 12,7 ; Ia= $S^{0,55}$ = 9,81

La ecuación general para el cálculo de los caudales máximos de avenidas, propuesta por el SCS suponiendo un hidrograma de crecida triangular y efectuada la correspondiente transformación y homogeneización de unidades, es la siguiente:

$$Q_{máx.} = K * A * Q / Tp$$

Dónde:

$Q_{máx.}$: caudal máximo o pico del hidrograma triangular, en m^3 /seg.

K : coeficiente de homogeneización de unidades.

A : superficie de la cuenca de recepción, en Km^2

Q : escurrimiento que genera la lluvia neta, en mm.

Tp : tiempo (en horas) desde el principio del evento hasta el momento del caudal máximo

t : duración de la lluvia neta, en horas.

Tr : tiempo de retraso, intervalo de tiempo entre el baricentro de la lluvia neta y el pico del hidrograma de crecida; según la relación empírica para el retraso, se tiene: Tr = 0,6 Tc

Tc: : tiempo de concentración, en horas

Siendo: Tp = 0,5 * t + 0,6 * Tc = 1,1 * t

$$Q = (P - Ia)^2 / (P - Ia + S)$$

También en las tablas 14 y 15, se consignan los caudales máximos probables calculados según la expresión propuesta por el método del Soil Conservation Service, tanto para el criterio sustentado por el propio SCS (Ia=0,2*S) como el sugerido por otros investigadores ($Ia=S^{0,55}$).

www.epresanjuan.gob.ar

Finalmente, a modo de resumen, la tabla 14 y 15 compendia los valores $Q_{máx.\ 1}$, $Q_{máx.\ 2}$, $Q_{máx.\ 3}$, y $Q_{máx.\ 4}$, obtenidos para cada cuenca en cuestión, aplicando las siguientes metodologías: a) los primeros mediante el MRG con intensidades máximas probables determinadas por Gumbel y Grunsky; b) los segundos calculados por el MRG y las expresiones de Rühle; c) los terceros calculados mediante el método del SCS con abstracción inicial Ia=0,2*S ; d) los cuartos según el SCS con abstracción inicial $Ia=S^{0,55}$.

Una particularidad de los métodos hidrológicos de cálculo de caudales máximos de avenidas, es que con ellos en general se obtienen valores aceptables para un determinado rango de superficies de cuencas. Así por ejemplo, con el MRG se obtienen caudales bastantes aproximados a la realidad en los casos de cuencas pequeñas y hasta medianas, en cuencas grandes los valores se sobreestiman. También en el método propuesto por el Soil Conservation Service se presentan inconvenientes cuando se adopta una misma CN para cuencas pequeñas y grandes; si la CN es menor de 80 u 85 los caudales para cuencas pequeñas son despreciables, prácticamente nulos; para CN mayores de 90 los caudales para cuencas grandes crecen en forma desproporcionada y exceden a los reales y aún a los calculados por el MRG.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, se consideró oportuno a fin de menguar las distorsiones en uno u otro sentido, aceptar como caudales máximos probables de diseño a los promedios que para cada cuenca se han obtenido mediante las distintas metodologías aplicadas ($Q_{máx.\ promedio}$ de tabla 14 y tabla 15). Con estos caudales se diseñan las obras de defensa, encauzamiento y evacuación de crecientes. Para estas obras de interconexión se recomienda tomar los caudales para un periodo de retorno de 100 años.

www.epresanjuan.gob.ar

Tabla 14: Determinación de Caudales máximos probables de crecidas – Sector Sur

ESTACIÓN INTA-POCITO Cuenca 1 a 11
ESTACIÓN AUXILIAR MEDIAGUA Cuenca 12 a 22

Período de retorno 50 años

Cuenca	Características de la cuenca			Tiempo de concentración			It			Cp	Ce	$Q_{máx.\ 1}$	$Q_{máx.\ 2}$	$Q_{máx.\ 3}$	$Q_{máx.\ 4}$	$Q_{promedio}$
				(minutos)			Gumbel	Rühle	Rühle			MRG Gumbel	MRG Rühle	S.C.S.	S.C.S.	
								25 años	50 años							
Nº	Área (Km^2)	Longitud (Km)	Desnivel (m)	S.C.S.	Passini	Prom.	mm/h	mm/h	mm/h			m^3/seg.	m^3/seg.	$la=0,2*S$ m^3/seg.	$la=S^{0,55}$ m^3/seg.	m^3/seg.
1	14,13	6,75	60	107	174	141	15	16	18	0,92	0,35	17,5	20,4	24,0	23,2	21,3
2	6,67	8,00	65	126	150	138	15	16	18	0,96	0,35	8,7	10,2	11,3	11,0	10,3
3	13,48	6,52	100	84	129	107	18	20	22	0,92	0,35	19,2	24,0	23,5	22,6	22,3
4	67,15	13,44	130	176	353	264	11	10	11	0,69	0,35	45,6	44,6	102,3	100,2	73,2
5	7,53	2,43	120	25	43	34	31	44	50	0,96	0,35	19,7	31,3	12,1	11,0	18,5
6	18,70	8,20	420	63	85	74	21	26	29	0,90	0,35	31,1	42,3	33,0	31,3	34,4
7	14,63	3,83	155	39	68	53	25	33	36	0,92	0,35	29,3	42,8	25,4	23,8	30,3
8	24,43	10,07	300	91	130	111	17	19	21	0,87	0,35	32,1	39,8	42,4	40,8	38,8
9	35,59	11,31	300	104	163	134	16	17	19	0,82	0,35	40,1	47,3	60,7	58,7	51,7
10	49,00	13,70	420	115	180	147	15	15	17	0,76	0,35	49,0	56,3	82,6	80,1	67,0
11	29,76	10,56	250	104	159	131	16	17	19	0,84	0,35	35,0	41,4	50,9	49,2	44,1
12	21,20	11,27	110	153	226	189	18	13	14	0,89	0,35	30,3	23,4	58,2	57,2	42,3
13	26,92	9,61	155	112	180	146	21	15	17	0,86	0,35	42,5	35,1	78,6	77,1	58,3
14	29,55	13,79	360	122	165	144	21	16	18	0,84	0,35	46,3	38,4	86,6	84,9	64,1
15	57,36	27,99	160	379	556	468	12	6	7	0,73	0,35	42,9	25,5	120,4	119,2	77,0
16	39,95	11,94	130	153	269	211	17	12	13	0,80	0,35	48,8	36,5	106,6	104,9	74,2
17	56,61	16,80	150	215	374	295	15	9	10	0,73	0,35	53,6	36,5	137,5	135,8	90,8
18	21,79	11,27	170	129	183	156	20	15	16	0,88	0,35	34,2	27,7	62,7	61,5	46,5
19	15,70	11,34	180	128	160	144	21	16	18	0,91	0,35	26,6	22,0	46,0	45,1	34,9
20	30,38	9,63	170	108	180	144	21	16	18	0,84	0,35	47,4	39,3	89,0	87,2	65,7
21	24,11	13,26	160	160	224	192	18	13	14	0,87	0,35	33,7	25,9	66,0	64,9	47,6
22	48,52	16,66	190	195	313	254	16	10	11	0,76	0,35	51,6	36,6	123,1	121,4	83,2

Período de retorno 100 años

Cuenca	Características de la cuenca			Tiempo de concentración			It			Cp	Ce	$Q_{máx.\ 1}$	$Q_{máx.\ 2}$	$Q_{máx.\ 3}$	$Q_{máx.\ 4}$	$Q_{promedio}$
				(minutos)			Gumbel	Rühle	Rühle			MRG Gumbel	MRG Rühle	S.C.S.	S.C.S.	
								25 años	100 años							
Nº	Área (Km^2)	Longitud (Km)	Desnivel (m)	S.C.S.	Passini	Prom.	mm/h	mm/h	mm/h			m^3/seg.	m^3/seg.	$la=0,2*S$ m^3/seg.	$la=S^{0,55}$ m^3/seg.	m^3/seg.
1	14,13	6,75	60	107	174	141	18	16	20	0,92	0,35	20,8	22,6	32,1	31,3	26,7
2	6,67	8,00	65	126	150	138	18	16	20	0,96	0,35	10,3	11,3	15,2	14,8	12,9
3	13,48	6,52	100	84	129	107	21	20	24	0,92	0,35	22,8	26,6	32,0	31,0	28,1
4	67,15	13,44	130	176	353	264	13	10	12	0,69	0,35	54,1	49,6	133,1	130,8	91,9
5	7,53	2,43	120	25	43	34	37	44	55	0,96	0,35	23,4	34,6	18,2	16,9	23,3
6	18,70	8,20	420	63	85	74	25	26	32	0,90	0,35	36,9	46,8	46,0	44,2	43,5
7	14,63	3,83	155	39	68	53	30	33	40	0,92	0,35	34,8	47,4	36,4	34,6	38,3
8	24,43	10,07	300	91	130	111	21	19	24	0,87	0,35	38,2	44,1	57,6	55,9	48,9
9	35,59	11,31	300	104	163	134	19	17	21	0,82	0,35	47,6	52,4	81,6	79,4	65,3
10	49,00	13,70	420	115	180	147	18	15	19	0,76	0,35	58,1	62,5	110,5	107,7	84,7
11	29,76	10,56	250	104	159	131	19	17	21	0,84	0,35	41,5	45,9	68,4	66,6	55,6
12	21,20	11,27	110	153	226	189	21	13	16	0,89	0,35	34,9	25,9	71,4	70,4	50,6
13	26,92	9,61	155	112	180	146	24	15	19	0,86	0,35	48,8	38,9	97,2	95,5	70,1
14	29,55	13,79	360	122	165	144	24	16	20	0,84	0,35	53,2	42,6	107,1	105,3	77,1
15	57,36	27,99	160	379	556	468	14	6	8	0,73	0,35	49,4	28,4	144,4	143,2	91,4
16	39,95	11,94	130	153	269	211	20	12	15	0,80	0,35	56,1	40,5	130,3	128,6	88,8
17	56,61	16,80	150	215	374	295	17	9	11	0,73	0,35	61,6	40,5	166,7	164,9	108,4
18	21,79	11,27	170	129	183	156	23	15	18	0,88	0,35	39,3	30,8	77,3	76,0	55,9
19	15,70	11,34	180	128	160	144	24	16	19	0,91	0,35	30,5	24,4	56,9	55,9	41,9
20	30,38	9,63	170	108	180	144	24	16	19	0,84	0,35	54,5	43,6	110,1	108,2	79,1
21	24,11	13,26	160	160	224	192	21	13	16	0,87	0,35	38,8	28,7	80,8	79,7	57,0
22	48,52	16,66	190	195	313	254	18	10	13	0,76	0,35	59,3	40,7	149,7	147,9	99,4

Tabla 15: Determinación de Caudales máximos probables de crecidas – Sector Este

ESTACIÓN INTA-POCITO

Período de retorno 50 años

Cuenca	Características de la cuenca			Tiempo de concentración (minutos)			It			Cp	Ce	$Q_{máx.\ 1}$	$Q_{máx.\ 2}$	$Q_{máx.\ 3}$	$Q_{máx.\ 4}$	$Q_{promedio}$
Nº	Área (Km^2)	Longitud (Km)	Desnivel (m)	S.C.S.	Passini	Prom.	Gumbel mm/h	Rühle 25 años mm/h	Rühle 50 años mm/h			MRG Gumbel m^3/seg.	MRG Rühle m^3/seg.	S.C.S. Ia=0,2*S m^3/seg.	S.C.S. $Ia=S^{0,55}$ m^3/seg.	m^3/seg.
1	54,90	32,00	180,00	423	578	500	8	6	7	0,74	0,35	28,8	20,8	71,3	70,3	47,8
2	47,60	28,10	290,00	303	390	346	10	8	9	0,77	0,35	31,2	25,2	68,2	67,0	47,9
3	14,10	13,20	75,00	213	272	243	12	10	12	0,92	0,35	13,3	11,9	21,9	21,4	17,1
4	5,50	4,60	20,00	105	160	132	16	17	19	0,97	0,35	7,4	7,8	9,4	9,1	8,4
5	1,30	1,30	5,00	42	69	55	24	32	36	0,99	0,35	2,8	3,6	2,3	2,1	2,7
6	0,90	2,00	5,00	68	88	78	21	25	28	0,99	0,35	1,6	1,9	1,6	1,5	1,7

Período de retorno 100 años

Cuenca	Características de la cuenca			Tiempo de concentración (minutos)			It			Cp	Ce	$Q_{máx.\ 1}$	$Q_{máx.\ 2}$	$Q_{máx.\ 3}$	$Q_{máx.\ 4}$	$Q_{promedio}$
Nº	Área (Km^2)	Longitud (Km)	Desnivel (m)	S.C.S.	Passini	Prom.	Gumbel mm/h	Rühle 25 años mm/h	Rühle 100 años mm/h			MRG Gumbel m^3/seg.	MRG Rühle m^3/seg.	S.C.S. Ia=0,2*S m^3/seg.	S.C.S. $Ia=S^{0,55}$ m^3/seg.	m^3/seg.
1	54,90	32,00	180,00	423	578	500	10	6	7	0,74	0,35	34,2	20,8	90,6	89,6	58,8
2	47,60	28,10	290,00	303	390	346	12	8	10	0,77	0,35	37,1	25,2	87,7	86,5	59,1
3	14,10	13,20	75,00	213	272	243	14	10	13	0,92	0,35	15,8	11,9	28,6	28,0	21,1
4	5,50	4,60	20,00	105	160	132	19	17	21	0,97	0,35	8,8	7,8	12,6	12,3	10,4
5	1,30	1,30	5,00	42	69	55	29	32	39	0,99	0,35	3,3	3,6	3,2	3,1	3,3
6	0,90	2,00	5,00	68	88	78	25	25	31	0,99	0,35	1,9	1,9	2,2	2,1	2,0

www.epresanjuan.gob

13 CONCEPTOS PRINCIPALES DE RIESGOS GEOLÓGICOS

Con la finalidad de destacar las características de las rocas y sedimentos de las zonas seleccionadas para el trazado de la línea energética en lo que a las posibilidades de que las mismas se vean afectadas hidrológicamente por cambios en sus condiciones naturales ya sean éstos inducidos por el hombre mediante distintas obras ya existentes (canales de riego, defensas aluvionales, represas, etc.) o por procesos naturales (avenidas torrenciales, inundaciones) se analizan los distintos riesgos a que se hallará sometida el tendido de la línea eléctrica.

A fin de aclarar conceptos se hace necesario expresar que se entiende por riego y se lo hace a través de las expresiones siguientes:

13.1 Riesgos y Peligros Geológicos

Definición de Riesgo y Peligro Natural

Riesgo es el cálculo anticipado de pérdidas esperables (en vidas y en bienes), para un fenómeno de origen natural o tecnológico, que actúa sobre el conjunto social y sobre su infraestructura.

Peligro natural es la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un periodo de tiempo especificado en un área dada.

También ha sido definido el riesgo como "la capacidad de daño (personal y material) de un fenómeno con respecto al tiempo. Si el tiempo es muy grande (por ejemplo miles de años), el riesgo es despreciable si se compara con la duración de una civilización" (Anguita & Serrano, 1993; Sanhueza & Vidal, 1996).

Por tanto, se puede decir que riesgo geológico es todo fenómeno geológico adverso a construcciones pasadas, presentes o futuras o el uso de tierras, significando un riesgo para la salud, seguridad pública o de sus bienes.

Clasificación de Riesgos Geológicos: Endógenos y Exógenos

Los riesgos geológicos de índole natural, es decir, aquellos que no se producen en origen por la mano del hombre, aunque los pueda potenciar, pueden originarse desde el interior de la Tierra, debido a su estructura y, en conjunto reciben el nombre de endógenos, o bien proceden del exterior y se denominan exógenos.

Tabla 16: Tabla de peligrosidad

SISMICOS	VOLCANICOS	ATMOSFÉRICOS E HIDROLÓGICOS	COSMICOS	OTROS RIESGOS
Terremotos	Volcanes	Tormentas	Impacto de meteroritos	Suelos expansivos
Volcanes	Tipos de erupciones	Granizo		Deslizamientos de tierras
Licuefacción o licuación	Lo que emiten los volcanes:	Ciclones y Huracanes		Desprendimiento de rocas
	Lavas	Tornados		Aludes de nieve
	Bombas, cenizas, lapilli	Incendios naturales		Hundimientos de tierras
	Gases	Inundación costera		
	Tipos de edificios volcánicos	Desbordamiento de los ríos y sus cauces		
	y otras manifestaciones	Erosión y sedimentación		
	Peligro de los volcanes	Salinización		
		Desertificación y sequía		

www.epresanjuan.gob.ar

13.2 Riesgo de inundación

Se entiende por riesgo de inundación a la amenaza potencial que posee una región a sufrir los efectos del ingreso intempestivo de agua desde un cauce fluvial. Se entiende por ello la ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por el hombre, que puede manifestarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinada, con capacidad de producir daños de consideración o graves a las personas, a sus bienes o al uso que se le pueda dar al territorio.

El riesgo es propio de áreas con aporte de sedimentos transportados por los caudales hídricos generados tanto en las cuencas fluviales principales como en las subcuencas laterales, sus efectos se

sienten en las partes bajas de los valles. Son más propensas a este fenómeno las regiones cuyos cauces fluviales poseen transporte hídrico esporádico.

En cuanto a las inundaciones de origen fluvial, éstas suelen limitarse al plano aluvial actual de los ríos principales afectando, cuando se producen eventos de carácter extraordinario, al nivel de terrazas inferiores y al nivel intermedio en forma parcial.

13.3 Riesgo de erosión

Es también una amenaza potencial para los bienes y construcciones humanas, se manifiesta en forma de erosión hídrica mantiforme en los piedemontes y en forma difusa y/o concentrada en las zonas bajas. La erosión de márgenes en el ámbito fluvial adquiere gravedad por su tendencia al ensanche de los cauces por erosión lateral.

Su ocurrencia depende de varios factores entre los que resaltan la intensidad y duración de lluvias, pendiente de los cauces, densidad de la vegetación, materiales naturales expuestos (tipo de rocas, sedimentos, etc.).

En donde existen sectores altamente urbanizados estos procesos tienden tendencia a la estabilización o son atemperados sus efectos por la cubierta vial y edilicia, además de las obras de defensas.

13.4 Riesgo de colapsos

Está íntimamente relacionado con el factor litológico y geomorfológico, el proceso de colapso se inicia por un aumento en el contenido de humedad en los sedimentos y rocas blandas, el fenómeno está fuertemente condicionado por las características microestructurales de los terrenos que contienen sales solubles, fisuras, oquedades y también por la pendiente.

Una parte de las aguas, tanto de lluvia como de riego acaban circulando a través del terreno, cuando las formaciones geológicas que atraviesan son yesos o limos yesíferos sufren una disolución progresiva.

En las zonas donde la roca se disuelve se forma una oquedad que va creciendo, se produce el desprendimiento progresivo de los materiales que forman el techo de ésta, de forma que la oquedad progresa hacia arriba hasta que alcanza la superficie del terreno, apareciendo entonces la sima.

El riesgo geológico que conlleva la disolución de materiales yesíferos, no es despreciable, ya que en ocasiones se produce con extraordinaria intensidad y rapidez, inusual entre los procesos geológicos que suelen ser muchísimo más lentos. Entre los técnicos sin una formación geológica especializada, es difícil de entender que el valor de los ensayos geotécnicos de estos terrenos, tiene una

www.epresanjuan.gob.ar

“fecha de caducidad”, es decir un parámetro determinado hoy puede sufrir un cambio radical unos meses después.

El riesgo geológico de subsidencia puede quedar sobradamente cubierto con una cimentación adecuada, su diseño se hará sobre la base de un estudio geotécnico apropiado, en el que el geólogo juega el papel esencial a la hora de establecer las recomendaciones constructivas.

13.5 Riesgo Hidrológico

Se entiende por tal al riesgo que podrían soportar las instalaciones u obras de infraestructura que se construyan en el área de interés; sobre la base de las hipótesis de cálculo sustentadas se estima que los mismos se deberían a distintos factores de orden meteorológicos y geológicos.

14 ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA ZONA INVESTIGADA

Factores que favorecen la ocurrencia de aluviones

1.- *Las condiciones climáticas de la zona:* La condiciones meteorológicas en el departamento son las siguientes: Tormentas con altos índices de precipitación muy concentrados en el tiempo. Estas precipitaciones fuertes y concentradas provocan una gran escorrentía superficial al no poder infiltrarse en el terreno tal cantidad de agua en poco tiempo.

2.- *Las condiciones geomorfológicas:* Constituyen otro factor imprescindible para la generación de las crecientes. La parte superior de los cursos es donde frecuentemente ocurren las máximas precipitaciones, se concentran las aguas y se forman las crecidas. En la sierra Chica de Zonda la pendiente de los cauces alcanza el 37 %. En la parte central o piedemonte la pendiente es del 11 %. En la porción inferior que gradualmente se convierte en planicie aluvial, las pendientes se aplanan bruscamente constituyendo la zona de acumulación del material. En este tramo se ubica el área cultivada y la zona urbana del departamento y la pendiente es del 0,8 %.

3.- *Las condiciones geológicas:* Determinan la erosión y también la acumulación de material friable en las cuencas hidrográficas del piedemonte oriental de la sierra Chica de Zonda. El origen de este material puede ser de abanicos aluviales, conos de derrubios, detritos de faldeo, y de los cauces y los niveles de terrazas. Los materiales corresponden a gravas (principalmente fragmentos de caliza, lutitas y areniscas verdes), arenas, limos y arcillas de diferentes tamaños y elevada angulosidad.

También es preciso considerar la tectónica de la zona. A lo largo de todo el piedemonte oriental de la sierra se localizan fallas modernas con escarpas a contrapendiente que exponen sedimentos areno-arcillosos terciarios.

www.epresanjuan.gob.ar

4.- *La acción del hombre:* El hombre altera el equilibrio natural. Los cultivos en el piedemonte, los basurales, las construcciones, tales como canales de regadío, puentes y torres de alta tensión, modifican las condiciones hidrológicas, el régimen de los cauces, la estabilidad de las pendientes, los suelos y rocas y su resistencia a la erosión. González Díaz *et al*. (2001) describen un aluvión ocurrido en la localidad de Palma Sola y Puesto Nuevo, provincia de Jujuy, a partir del colapso de un endicamiento circunstancial producido por la estructura de un puente.

5.- *La hidrografía:* son cuencas alargadas que favorecen una descarga rápida. Son cursos encajonados en la zona montañosa y piedemonte.

6.- *Vegetación:* La vegetación natural es muy escasa con predominio de cactáceas, jarilla, retamo y otras especies de porte reducido.

Es importante recalcar que en el Área1 es donde son más probables la ocurrencia de avenidas torrenciales por las características fisiográficas y geomorfológicas que pudieran poner en peligro las estructuras de la Interconexión Sur.

En cambio el Área 2 por encontrarse inmersa en la zona de cultivo (antropizada) los riesgos se relacionan más con el aspecto hidrológico subterráneo.

a) Crecidas que pudieran aportar las cuencas cuyos cauces afecten las instalaciones y/u obras.

En el área de estudio, el escurrimiento superficial es a través de arroyos alóctonos de régimen efímero que sólo llevan agua esporádicamente entre los meses de diciembre a marzo debido a precipitaciones estivales, comúnmente denominadas chaparrones, de corta duración y gran intensidad. Estos torrentes se generan en la zona montañosa, de elevada pendiente, erosionan las rocas existentes y arrastran los materiales sueltos provenientes de los afloramientos de caliza, areniscas y limolitas, debido a la caída de rocas, reptación y coluvión, y los materiales existentes en su planicie aluvial y cauces actuales.

Los aluviones o inundaciones repentinas estacionales representan uno de los principales peligros geológicos que afectan el departamento Pocito. Estos procesos pueden ser también llamados flujos repentinos (*flash floods*) definidos como “un flujo local y repentino o torrente de volumen relativamente grande y de corta duración, que desborda los cauces de ríos en valles secos, en zonas semiáridas, transportando una enorme carga de barro y fragmentos rocosos, generalmente vinculados a lluvias muy esporádicas, de corta duración y gran intensidad, cubriendo una zona reducida, con morfología empinada” (*American Geological Institute* 1950).

Las aguas de las lluvias torrenciales ocurridas durante los meses de verano, al alcanzar un cauce seco, originan un gran caudal durante un corto periodo de tiempo. Este fenómeno en el que se produce un incremento de descarga de agua se denomina aluvión. Estas son crecientes violentas, con

www.epresanjuan.gob.ar

altas velocidades de escurrimiento que transportan cantidades de material sólido (sedimentos de diferentes granulometrías, restos de vegetación y materiales de deshecho que se acumulan en el piedemonte de la sierra de Zonda.

A causa de las condiciones climáticas, la vegetación natural es escasa y ha sido seriamente afectada por la actividad humana.

La colmatación progresiva de los vasos de almacenamiento (diques y colectores) construidos para minimizar los daños de los aluviones, aumentan los costos en aspectos como la limpieza y mantenimiento.

La agricultura se desarrolla principalmente en la zona llana donde el suministro de agua se realiza mediante la distribución de agua del canal Céspedes y también por pozos de bombeo.

En los últimos años se ha ampliado la superficie cultivada hacia el piedemonte de la sierra Chica de Zonda, modificando la disposición natural de los canales de escurrimiento con pequeños diques de contención, muchos de los cuales han sido destruidos por aluviones de verano inundando las zonas más bajas.

b) Antecedentes de aluviones en el departamento Pocito

En los últimos 10 años se registró la llegada de tres crecientes de gran magnitud, que ocasionaron numerosos daños a las viviendas, red de riego, calles, cultivos y distribución de agua potable.

Los días 25 y 26 de febrero de 1994 se produjeron lluvias torrenciales que superaron los 50 mm. En el departamento Pocito se inundaron calles, quedaron algunas localidades incomunicadas y con derrumbe de viviendas precarias.

En la noche del 26 y madrugada del 27 de diciembre de 1999 se desató un temporal de viento y lluvia cuya marca superó los 40 mm en el departamento. La crecida del arroyo Las Lechuzas se orientó a lo largo de la calle 13, una de las principales arterias del departamento, que se transformó en un cauce natural. La corriente derrumbó la defensa construida aguas arriba, inutilizó el canal Céspedes (distribuidor del agua de regadío de todo el departamento y departamentos aledaños) e inundó casas y cultivos. Las cámaras sépticas de varias viviendas fueron inundadas y también afectó el suministro del agua potable. El agua llegó hasta el Hospital interzonal y hubo numerosas familias evacuadas.

En la mañana del 8 de marzo del 2003, como consecuencia de una precipitación de 20 mm en un lapso de 2 horas, se produjeron aluviones que superaron las defensas y alcanzaron la ruta nacional 40 provocando inconvenientes en el tránsito hacia Mendoza, que si bien no llegó a producir su corte,

www.epresanjuan.gob.ar

dejó gran cantidad de sedimentos en parte de la banquina. Los torrentes se canalizaron por las calles 13 y 15, las cuales se transformaron en verdaderos ríos.

c) Abanicos activos e inactivos

La identificación de las porciones de los abanicos aluviales activos e inactivos resultó de fundamental importancia para la confección de un mapa con las áreas en las que puede ocurrir la inundación tanto como donde es probable que no ocurra.

Martos (1995) reconoce en el piedemonte oriental de la sierra Chica de Zonda hasta cinco niveles de depósitos aluviales cuaternarios a los que denomina conos-glacís, vinculados a cursos autóctonos provenientes de la sierra. Siguiendo el criterio de la *Comission on Geosciences, Environment and Resources de la National Academy of USA* (1996), estos niveles pueden ser activos o inactivos. El término activo implica aquellos lugares donde ha ocurrido una inundación, erosión o depositación en un tiempo relativamente reciente, y probablemente vuelva a ocurrir en un futuro. La extensión de los mismos en el piedemonte de la sierra Chica de Zonda se determinó a partir del estudio geomorfológico en mapas topográficos y fotografías aéreas de los años 1966, 1980 y 1995.

Los abanicos activos son frecuentemente afectados por crecientes modernas, tienen un limitado desarrollo de la red de drenaje y no poseen barniz ni pavimento del desierto. La superficie de estos abanicos es irregular, mientras que en los antiguos, generalmente es más suave. Las áreas activas se encuentran en una posición topográfica relativamente más baja en relación con los niveles más antiguos, los que sí poseen barniz y pavimento del desierto, además de una red de drenaje más integrada e incidida.

Los distintos procesos mencionados se activan luego de lluvias torrenciales sobre los flancos montañosos, que se caracterizan por su corta duración y gran intensidad. La pendiente moderada a elevada de la superficie rocosa más la inexistencia de una cobertura vegetal importante que actúe como manto capaz de retener el agua, provoca que a la red de cauces fluviales se vuelque rápidamente una gran cantidad del agua precipitada cuyo veloz desplazamiento cuesta abajo va aumentando paulatinamente la capacidad y competencia para el arranque y transporte de sedimentos.

En función de lo expuesto se considera a los canales principales (de mayor jerarquía) como los que más capacidad de afectar las distintas obras de transporte energético (y de otro tipo) presentan, ya que estos colectores principales a lo largo de su historia geológica y geomorfológica han generado las geoformas de mayor importancia.

En comparación, los canales menores (afluentes de los principales) pueden ser considerados con riesgo potencial moderado a bajo en razón de que solo son funcionales en momentos de precipitaciones excepcionalmente torrenciales y localizadas.

www.epresanjuan.gob.ar

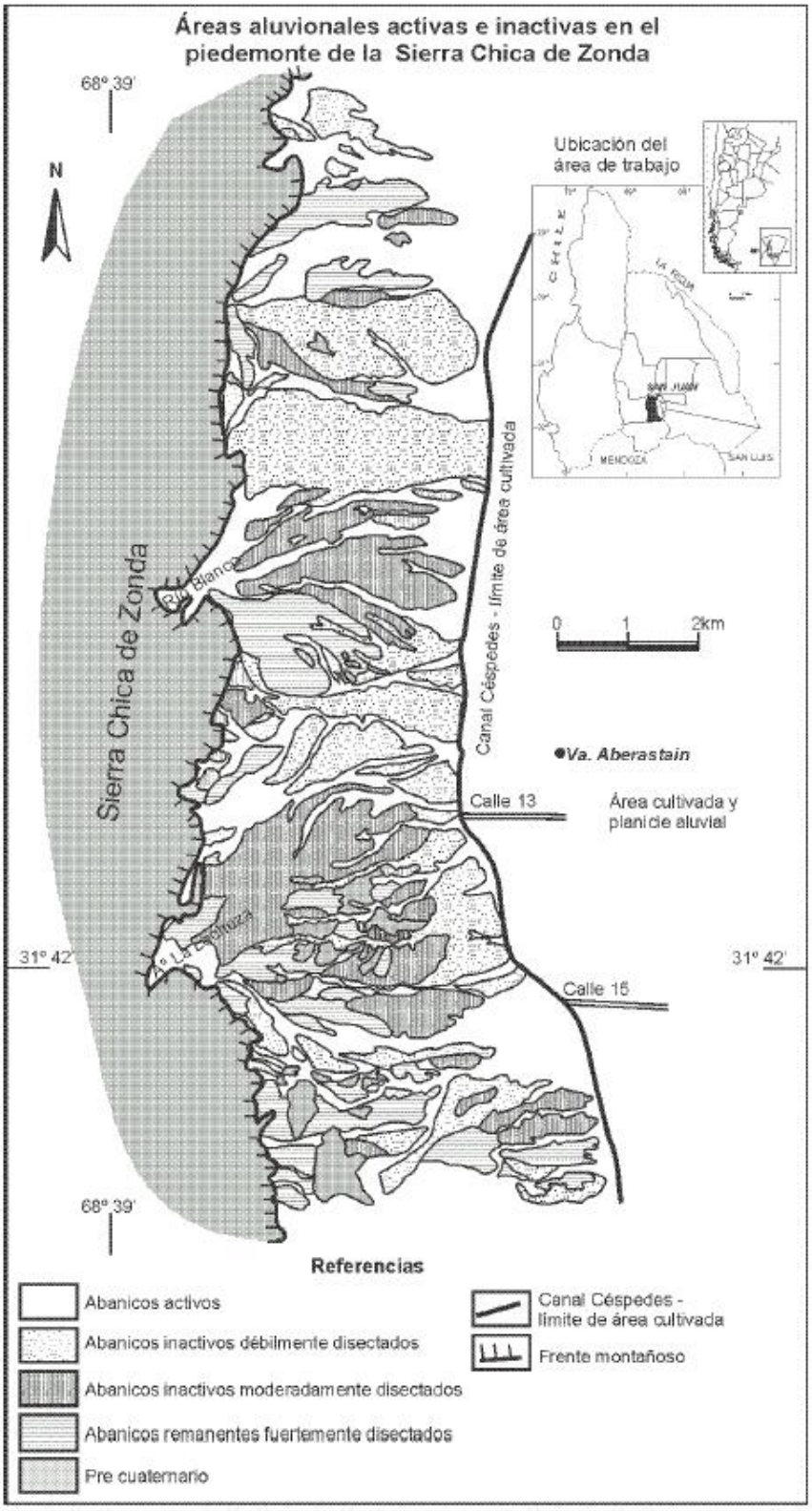


Figura 12: Áreas aluvionales activas e inactivas en el piedemonte de la Sierra Chica de zonda

d) Lluvias máximas que precipiten directamente sobre las instalaciones y/u obras

Las mayores precipitaciones de la margen oriental de la Precordillera se registran en la sierra Chica de Zonda y en la quebrada de La Flecha.

En el semestre correspondiente a octubre a marzo, con las mayores temperaturas se produce el 90% de las precipitaciones. La mayoría de las lluvias está asociada a tormentas eléctricas con chaparrones intensos. La precipitación media anual es de 100 mm en la franja llana del departamento donde se ubican las áreas cultivadas y centros poblados, mientras que aumenta levemente hacia el oeste por influencia orográfica de la sierra Chica de Zonda con una precipitación media anual de 120 mm (Poblete y Minetti 1999).

Cabe agregar que, según la información existente, las alturas de agua precipitadas en el período abril - noviembre sobre las obras o instalaciones que se construyan en el lugar, es muy poco probable que ocasionen algún tipo de problema. Sí sería conveniente prever la evacuación de las lluvias máximas probables mediante sencillas canalizaciones o drenajes pluviales hacia los sectores más deprimidos; al respecto, debe recordarse que los datos de la estación “INTA Pocito” indican que en los últimos 31 años, la precipitación diaria máxima anual promedio fue de 24 mm. y la máxima registrada de 55 mm. (1977) y, además, el análisis pluviométrico efectuado permite asegurar que aún para un período de retorno alto (1:50 años) y una muy breve duración de una muy intensa tormenta (5 minutos) las intensidades máximas probables resultan inferiores a los 45 mm/hora.

En las imágenes satelitales siguientes (Google Earth, tomadas en 2016) se aprecian las distintas geoformas por las cuales se construirá la Interconexión Sur que a priori es la que mayores riesgos hidrológicos presenta en comparación con la Interconexión Este.

En estas imágenes a lo largo de la Interconexión Sur se aprecian los distintos relieves que componen el área donde se proyecta su construcción.

En ellas se observan la Sierra Chica de Zonda, los distintos Conos Aluviales que constituyen el Piedemonte y también las geoformas del río San Juan que integran a la Depresión de Tulúm.

Las imágenes están dispuestas de norte a sur. La primera muestra el área de la E: T. Nueva San Juan y el extremo norte de la Interconexión se aprecia el Cono Aluvial Antiguo del Río San Juan y el contacto lateral con el Piedemonte.

La segunda muestra las unidades antes mencionadas en el sector norte de Rinconada.

Por su parte la tercera se ubica en el área de Rinconada.

En la cuarta exposición se aprecian los relieves de la zona sur de Rinconada en la que se define al Cerrillo Valdivia y sus áreas laterales.

www.epresanjuan.gob.ar

Por último la quinta imagen muestra la ubicación del extremo sur de la Interconexión y la relación entre el piedemonte y los Conos Aluviales de los Ríos Del Agua y La Flecha con el extremo suroriental de la Planicie Aluvial del Río San Juan.



Figura 13: área de la E: T. Nueva San Juan



Figura 14: se aprecia el Cono Aluvial Antiguo del Río San Juan y el contacto lateral con el Piedemonte, en el norte de La Rinconada



Figura 15: Área de La Rinconada



Figura 16: se aprecian los relieves de la zona sur de Rinconada en la que se define al Cerrillo Valdivia y sus áreas laterales

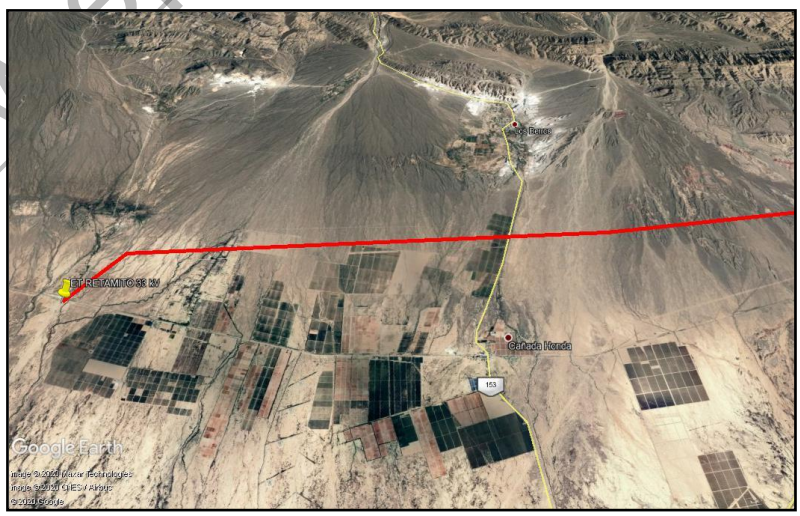


Figura 17: ubicación del extremo sur de la Interconexión

15 CONCLUSIONES

- El área investigada que se desarrolla en el piedemonte oriental de la Sierra Chica de Zonda (Área 1) se considera **APTA** para la ejecución de trabajos relacionado a la construcción de una línea de interconexión eléctrica**.**

- Por su posición y comportamiento estructural el sector se localiza sobre el piedemonte donde se aprecian lomadas y cerros afectados por sistemas de fracturas, en donde los sedimentos cuaternarios presenten escaso espesor (6 a 8 metros).

- Desde el punto de vista geomorfológico los terrenos donde se disponen ejecutar obras se los clasifica como apto con los cuidados constructivos debido a que éstos presentan esporádicamente procesos de avenidas torrenciales que provocan erosión hídrica.

- En el aspecto hidrogeológico se considera prácticamente aislada el área de interés por encontrarse sobre elevada y físicamente separada de la cuenca principal de agua subterránea del Valle de Tulúm por el tren estructural de fallamiento de rumbo Norte-Sur. Si bien poseen elevada porosidad y permeabilidad primaria, no retienen agua por no existir una trampa hidrogeológica que permita el almacenamiento de esta y estos sedimentos cumplen el papel, en el mejor de los casos, de permitir el tránsito de agua a la zona saturada proveniente de una eventual recarga por lluvia directa. Respecto a este tema lo más probable que ocurra es que se descargue rápidamente el agua infiltrada en subsuelo o se elimine por evaporación.

- Desde el aspecto de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación química se los clasifica como de **BAJA** a **MUY BAJA.**

- Desde la perspectiva hidrológica también el Área 2 se considera **APTA**, dado que la misma no se encuentra afectada por las avenidas que pueden provocar intensas lluvias convectivas debido a que en esa superficie no existen cauces fluviales que pudieran afectar las obras proyectadas.

- En esta zona (Área 2) es dable tener presente que existen numerosos establecimientos agrícolas y diferentes vías de accesos por lo que se deben extremar las medidas tendientes a evitar que el exceso de agua de riego pueda modificar la capacidad de los terrenos de soportar las estructuras a construir.

Cada verano, los aluviones representan uno de los principales fenómenos naturales que afectan el departamento Pocito. Estos originan crecientes cortas, violentas, con altas velocidades de escurrimiento y que transportan cantidades de material sólido que se acumula en la planicie de inundación del departamento, provocando daños en calles, canales de riego, viviendas y cultivos.

A pesar de contar con las obras civiles necesarias para su control, la falta de mantenimiento de las mismas provoca serios inconvenientes. Las calles más afectadas son las 13 y 15, trazadas sobre antiguos cauces, y las calles perpendiculares a éstas, incluida la ruta nacional 40 que sufre cortes con cada lluvia intensa. Los cultivos de vid ubicados a ambos lados del canal Céspedes también sufren daños a pesar de las defensas construidas. La recurrencia de estos fenómenos en la cuenca hace necesario el mantenimiento de las obras civiles existentes o su modificación por otras alternativas más eficaces.

Para minimizar los efectos de los aluviones en el departamento, se requiere la confección de un plan de acciones intensivo y extensivo.

Las intervenciones intensivas tienen como objetivo retener y retardar el escurrimiento, reduciendo la actividad erosiva mediante la construcción y el mantenimiento de las obras hidráulicas existentes en el área: Obras civiles, obras retenedoras, reguladoras, interceptoras de las aguas superficiales y subterráneas; zanjas, diques de retención y filtración de las aguas. La orientación de las calles y canales paralelos a la dirección de flujo de la corriente, minimiza los efectos destructivos. También lo hacen los elementos de protección contra la erosión lateral y/o de fondo, llenado de los surcos, construcción de gaviones, planchas de hormigón, empedramientos, muros, empalizadas y filas de pilotes. Si bien existen estas defensas en el departamento, la mayoría carece de mantenimiento y se encuentran colmatadas o dañadas, por lo que pierden su efectividad

16 RECOMENDACIONES

Efectuar estudios de suelo a lo largo de la traza de las líneas eléctricas para verificar su capacidad de soportar las estructuras que se ha planificado construir.

Prestar atención a la ubicación de las torres y sus bases en el ambiente de lomadas cuyo relieve es altamente cambiante.

Respecto a las obras de encauzamiento o defensa, se recomienda la construcción de muros o parapetos de gaviones con planta en “V”, a los efectos de encauzar y favorecer una rápida evacuación de los derrames hacia aguas abajo.

17 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA E INFORMACIÓN OBTENIDA

Anguita Virella, Francisco y Serrano, Fernando Moreno, 1993; Procesos geológicos externos y geología ambiental. ISBN: 84-7207-070-0.

Bureau of Reclamation (USA), “Diseño de Presas Pequeñas”, Una Publicación Técnica de Recursos Hidráulicos. Compañía Editorial Continental.

www.eoresa.ar

Caamaño Nelly, Gabriel, Dasso, Clarita y otros, 2003 – “Lluvias de diseño, conceptos, técnicas y experiencias”. Universitas, Editorial Científica Universitaria. Córdoba.

Centro Regional Andino, 1997 y 2008 - “Tormenta de Proyecto en Base a Mediciones en el Pedemonte del Gran Mendoza”, Curvas I-D-F para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años, Instituto Nacional del Agua, Mendoza.

Coria Jofré, Daniel y otros, 2004 – “Estudio hidrológico y encauzamiento de cauces en el área de Cañada Honda”. Departamento Sarmiento, San Juan.

C.R.A.S.-1978- Estudio Geológico de Subsuelo - Valle de Tulúm- Pub.196-I. Juan C. Eder y otros.-San Juan.

C.R.A.S.-1985-Mapas de vulnerabilidad a la contaminación del Agua Subterránea - Provincias de San Juan y Mendoza- IT-41-Cristian Wetten.

C.R.A.S.-1994- Síntesis Hidrogeológica del Área comprendida entre calles 5 y 11y la Sierra Chica de Zonda-Valle de Tulúm- San Juan-RR-132. Oscar A. Damiani.- San Juan.

C.R.A.S.- 1996 - Niveles Freáticos Históricos y Actuales de un sector del departamento Pocito - RR-191-Gerencias de Estudios Hidrológicos e Hidroquímicos.- San Juan.

Di Chiacchio, Juan Carlos, 1998 – “Exploración geoeléctrica en la zona de Cañada Honda – Propiedad de SERMAR S. A.”, Departamento Sarmiento, San Juan. CRAS - RR-231.

Di Chiacchio, Juan Carlos, 1999 – “Exploración geoeléctrica en la propiedad de Santiago Graffigna S. A., Zona de Cañada Honda”, Dpto. Sarmiento, San Juan. CRAS - RR-236.

Di Chiacchio, Juan Carlos y Sánchez, Víctor Hugo, 2003 – “Prospección geofísica al oeste de la Ruta Nº 318, entre Cañada Honda y Guanacache CIASA S. A.”, Departamento Sarmiento, San Juan. CRAS RR-283.

Furlotti, *Ricardo., 1997* - Curvas hidrológicas correspondiente de mediciones efectuadas en 1996. Provincia de San Juan. INA-CRAS DI-283,

Furlotti, *Ricardo;* Valenzuela, Víctor Hugo; Pellegrino, Javier., 2001 - Curvas Hidrológicas−Valle de Tulúm−sector acuífero libre−octubre 2001. Provincia de San Juan. INA-CRAS DI-332.

Furlotti*, Ricardo; Sánchez, Víctor; Poblete, Mario; Victoria, Juan Antonio; Guimaraes, Ricardo., 2007* - Estudio hidrogeológico del área El Pinar. Factibilidad de ubicar nuevas perforaciones. Departamento Rivadavia. Provincia de San Juan. Convenio INA-CRAS−OSSE (San Juan). Acta Complementaria. N° 2. INA-CRAS IT-261.

www.epresanjuan.gob.ar

Furlotti*, Ricardo;* Valenzuela, Víctor Hugo., 2010 - Medición de niveles y curvas hidrológicas. Valle de Tulúm (Acuífero Libre). Provincia de San Juan. INA-CRAS DI-371.

Furlotti*, Ricardo; Valenzuela, Víctor Hugo., 2011*- Medición de niveles de agua subterránea en perforaciones del Valle de Tulúm (Red de Control Reducida). Provincia de San Juan. INA-CRAS DI-372.

González Díaz, E., González, M., Ramallo, E., Azcurra, D., 2001. Los procesos geomorfológicos del 4 de abril del 2001 y sus consecuencias en las poblaciones de Palma Sola y Puesto Nuevo y la zona de Las Delicias, Departamento de Santa Bárbara, provincia de Jujuy. SEGEMAR, Serie de Contribuciones Técnicas. Peligrosidad Geológica 3: 36 p., Buenos Aires.

Heras, Rafael, 1976 - "Hidrología y Recursos Hidráulicos", Tomos I y II, Centros de Estudios Hidrográficos de la Dirección General de Obras Hidráulicas de España. Madrid, España.

Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) - Cartas Topográficas "Los Berros" y "Retamito", en escala 1:100.000. Buenos Aires.

Instituto Nacional del Agua y del Ambiente-1999 - Condiciones Hidrogeológicas y de Interferencia de Pozo a Explotar por la Unión Vecinal de Rinconada.- Ricardo Furlotti-Mario Poblete – San Juan.

Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) - Cartas topográficas de la zona de Pocito y Carpintería, departamento Pocito de la provincia de San Juan, en escala 1:50.000 y 1:250.000. Buenos Aires.

Instituto Nacional del Agua y del Ambiente Sede San Juan (ex C.R.A.S.), 1999 - Consultas en biblioteca y archivos. Obtención de datos pluviométricos e información de distintos trabajos y antecedentes hidrológicos relacionados a la región. San Juan.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 1999 - Información suministrada de precipitaciones diarias máximas anuales y precipitaciones medias mensuales registradas en la estación agro meteorológica "INTA Pocito". San Juan.

Le Houérou, Henry Noel, 1999 – "Estudios e Investigaciones Ecológicas de las Zonas Áridas y Semiáridas de Argentina". Informe de la visita al IADIZA-CRICYT, Mendoza, República Argentina.

Martos, L., 1995. Fallamiento cuaternario en el borde oriental de Precordillera entre el río San Juan y el río de Los Pozos. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, (inédito), 555 p.

Organización Meteorológica Mundial, OMM Nº 168, 1994 - "Guía de Prácticas Hidrológicas, Adquisición y Proceso de datos, Análisis, Predicción y otras Aplicaciones", Quinta edición.

www.epresanjuan.gob.ar

Poblete, A. y Minetti, J., 1999. Configuración espacial del Clima de San Juan. Síntesis del Cuaternario de la Provincia de San Juan. 11º Reunión de Campo del Cuaternario. CD-ROM. San Juan, Argentina

Rocca, A, 1969. Geología de los Valles de Tulúm y Ullúm-Zonda - Plan Agua Subterránea. Provincia de San Juan. Juan.

Rühle, Federico G. O., 1966 - “Determinación del Derrame Máximo Superficial de las Cuencas Imbríferas”, Dirección Nacional de Vialidad, Publicado en el Nº 987 de la revista “La Ingeniería” del Centro Argentino de Ingenieros, Buenos Aires.

Sanhueza, Rodrigo y Claudia Vidal, 1996 "Análisis integrado de Riesgos naturales en la ciudad de Concepción", Tesis para optar al título de Licenciado en Historia y Geografía, Concepción: Universidad de Concepción.

Servicio Meteorológico Nacional, 2009 – Información suministrada de precipitaciones diarias máximas anuales registradas en el período 1956 – 1993 en las estaciones pluviométricas “Cañada Honda” y “Retamito”.

Servicio Meteorológico Nacional - Información de precipitaciones medias mensuales y anuales registradas en las estaciones pluviométricas “Pocito“ y “Carpintería“ y en la estación meteorológica -San Juan”.

Zambrano, *Juvenal.,* 1986 - Actualización de la geología de subsuelo del Valle de Tulúm. Provincia de San Juan. INA-CRAS - P-274

www.epresanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES

CONSTRUCCION LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
INTERCONEXION ENTRE LA FUTURA ESTACION TRANSFORMADORA RETAMITO Y LA ESTACION TRANSFORMADORA SAN JUAN SUR – LA BEBIDA . RIVADAVIA

DEPARTAMENTOS DE SARMIENTO, POCITO , RAWSON , RIVADAVIA
PROVINCIA DE SAN JUAN – ARGENTINA

SOLICITANTE
ENTE PROVINCIAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN (EPRE).
San Juan 19 Octubre 2020.

www.epresanjuan.gob.ar

INFORME DE SUELOS

1.- OBJETO:

El EPRE SAN JUAN ha solicitado este estudio geotécnico, de acuerdo a diseño preliminar de la Traza de la Lìnea LAT, para ser utilizado en la etapa de licitación del proyecto, y deberá poder predecir con certidumbre los problemas geotécnicos de las fundaciones en el emplazamiento de los puntos indicados (PUNTOS 1-2-3-4-5-6-7)
Tiene por objeto, entonces:
Determinar las características geotécnicas del suelo y evaluar el poder portante y otros parámetros elásticos. Determinar la resistividad eléctrica del subsuelo , posición del NIVEL FREATICO , y Determinar los porcentajes de sales, con determinación del grado de agresividad química a armaduras y Hormigones de las Fundaciones de las Estructuras. Todo esto a efectos de tipificar los suelos que atravesará la traza de la línea.

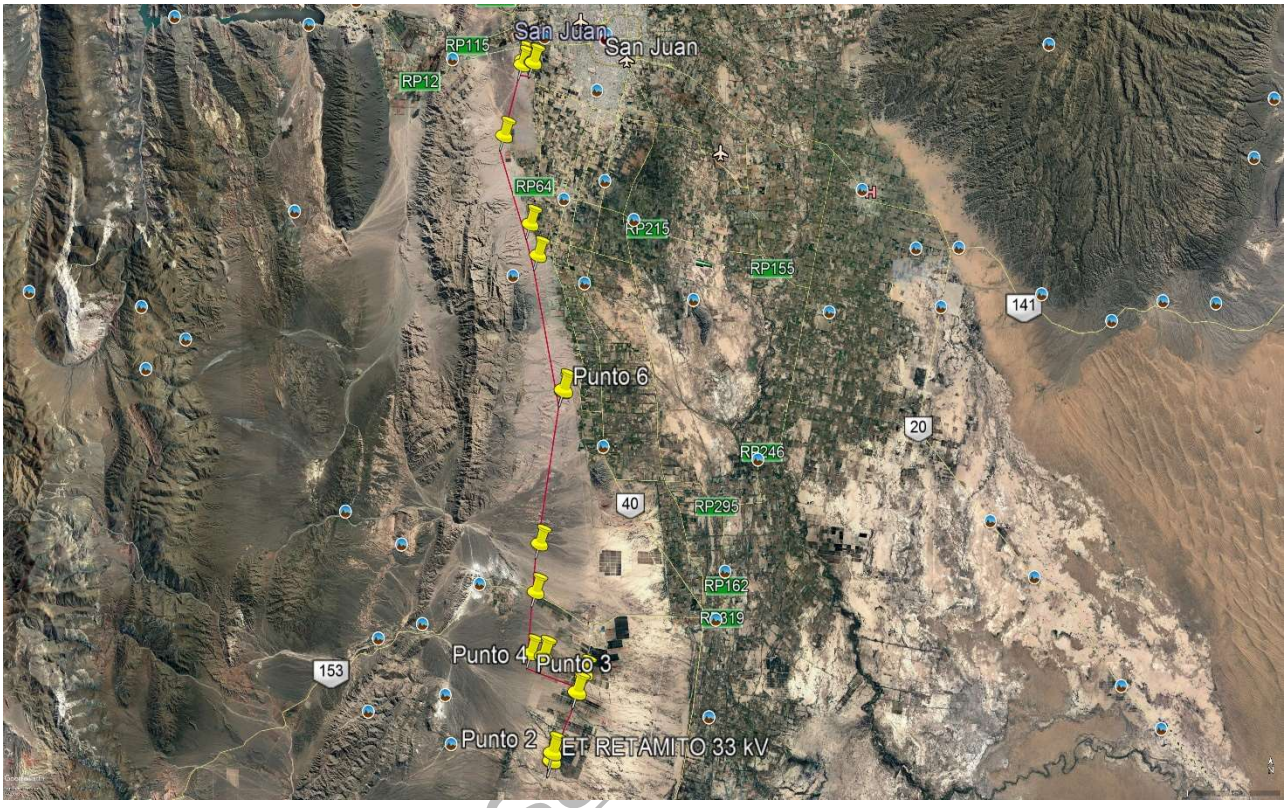
2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA:

Se trata de un proyecto destinado a la construcción de una Línea de Alta Tensión en 132 kV, la que se construirá, según datos aportados por el EPRE, entre la Futura Estación Transformadora RETAMITO – Dpto Sarmiento; y la Estación Transformadora la Bebida . Dpto Rivadavia, San Juan.
Esta línea debe atravesar terrenos y campos , entre las localidades de Retamito y La Bebida Dpto Rivadavia.
La traza está conformada por una serie de tramos que responden a una poligonal, que ha sido prediseñada conforme a los accidentes topográficos que presenta el terreno, como así también a las condiciones geotécnicas del subsuelo, a las condiciones hidrológicas generales en superficie, y a condicionamientos de propiedades privadas.

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



3.- TRABAJOS DE CAMPO:

El EPRE San Juan ha solicitado explorar el subsuelo a través de calicatas ubicadas a lo largo de la traza indicada (Puntos PCA1 – PCA2 – PCA3 – PCA4 – PCA5 – PCA6 – PCA7)
Hasta la fecha se han explorado siete (7) puntos.
Para la investigación in situ se comenzaron los trabajos de campaña desde la futura E.T. RETAMITO , hacia la E.T La Bebida Dpto Rivadavia .

3-1.- Se realizaron siete (7) calicatas,
, utilizando equipos de perforación manual y mecánica (retroexcavadora neumática). La localización geográfica de c/u de estas calicatas, y las profundidades fueron las siguientes:

Calicata N°	Prof. (m.)	Coordenadas Gauss Kruger –Postgard 2007	
PCA_1	5,00	en punto, X= 6448721	Y= 2538127.
PCA_2	5,00	en punto, X= 6449365	Y= 2538227
PCA_3	5,00	en punto, X = 6454537	Y= 2540572
PCA_4	5,00	en punto, X= 6457582	Y= 2537414
PCA_5	5,00	en punto, X= 6463220	Y= 2536728
PCA_6	5,00	en punto, X= 6480296	Y= 2539362
PCA_7	5,00	en punto, X= 6508378	Y= 2536578

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

INFORME TECNICO 19-10-2020

Para completar el reconocimiento del subsuelo, en cada punto, se procedió a recorrer las inmediaciones de cada calicata a pie, relevando resaltos topográficos, geomorfología, y perfiles provocados por aluviones y bajadas de agua (como ríos , desagües , entre otras) .
3-2.- Del fondo y paredes de cada calicata se recuperaron muestras alteradas de los estratos , para ensayos de granulometría, de humedad, de densidad, y para análisis de sales. Se recuperaron muestras inalteradas de los estratos limosos y arcillosos, para ensayos de granulometría, de humedad, de densidad, y para análisis de sales.
3-3.- Simultáneamente, con el desarrollo de las calicatas, se fueron haciendo los reconocimientos tacto-visuales de los materiales extraídos, y anotando secuencias y espesores de los diferentes estratos.
3-4.- Se realizó la identificación de fracciones finas mediante pruebas de, Resistencia en estado seco y Tenacidad, sobre los materiales finos recuperados de las calicatas.
3-5.- Se determinó la densidad por el método de la arena, a cada cambio de estrato, con cono modificado en gravas y con cono estándar en arenas, y arena normalizada bajo tamiz Nº10, a medida que avanzaba la ejecución de cada calicata.
3-6.- Se realizaron Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), en dos direcciones perpendiculares, en los mismos puntos en los que se realizaron las calicatas.
3-7.- Se relevaron taludes naturales sobre arroyos cercanos a las calicatas, para poder intuir las proyecciones y extensiones de las litologías constatadas en las calicatas. También se relevaron los cauces de arroyos y ríos secos, cercanos a las calicatas, que puedan afectar, por erosión, las bases de las futuras estructuras.
3-8.- Se practicaron tomas fotográficas de los estratos constatados en las calicatas, de los ensayos in situ, y de los perfiles litológicos que dejan ver los taludes naturales en arroyos y ríos secos, y taludes artificiales a la vera de las rutas .

4.- TRABAJOS EN LABORATORIO:

A los efectos de la identificación de los distintos horizontes que componen el perfil geotécnico del terreno constatado en cada calicata, se realizaron los siguientes ensayos:
4-1.- Constantes Hídricas Atterberg, LL, LP e IP, en suelos finos.
4-2.- Determinación del contenido de humedad natural, referido al peso seco.
4-3.- Análisis Granulométrico Mecánico: por vía húmeda sobre tamiz N° 200 y luego sobre la serie de tamices N° 4, N° 10, N° 40 y N° 200.
4-4.- Peso especifico aparente por el método de la arena (completamiento).
4-5.- Peso especifico de los sólidos.
4-6.- Clasificación de los suelos por tamaños de granos y plasticidad, conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (s.u.c.s) - (A.A.S.H.T.O)
4-7.- Ensayos CBR para determinar valor soporte de los suelos.
4-8.- Observaciones de muestras: color, textura, concreciones calcáreas, yeso, materias orgánicas, etc.
4-9.- Análisis de sales sobre muestras de suelos .
Todas las determinaciones se efectuaron conforme a técnicas de ensayos establecidas por las normas IRAM y/o Normas de la DNV - Argentina

5.- TRABAJOS DE GABINETE:

5-1.- Determinación de las tensiones admisibles de los suelos y tensiones límites, determinadas según prescripciones del Reglamento INPRES.CIRSOC 103.
5-2.- Cálculo de los parámetros de corte “c” y “ϕ” de suelos, según formula Terzaghi, y cálculo de la carga admisible del suelo.

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

www.obrasanjuan.gob.ar

5-3.- Estimación de los planos de fundación más convenientes..
5-4.- Interpretación de los sondeos eléctricos verticales. SEV
5-5.-Estimación del grado de agresividad de las sales contenidas en el subsuelo, a hormigones y armaduras de fundaciones.
5-6.- Elaboración de informe.

6.- ZONAS GEOLOGICAS POR LAS QUE ATRAVESARÁ LA TRAZA

La línea atravesará el pedemonte hacia el Este de la Precordillera Sanjuanina , hacia el ESTE de la Localidad de Los Berros – Dpto Sarmiento, atravesará, también, pedemontes, algunas lomadas y cerros, y algunas zonas de depresiones. La Precordillera está integrada por una secuencia sedimentaria marina del Paleozoico inferior que culmina con una serie ofiolítica; secuencias de menor extensión de sedimentitas marinas y continentales del Paleozoico medio a superior; una secuencia mesozoica de naturaleza piroclástica y fluvial restringida a pequeños afloramientos; y depósitos volcaniclásticos sinorogénicos terciarios.
El relieve de la Precordillera en general , se caracteriza por la presencia de cordones montañosos de rumbo N-S. Principalmente la forma se debe al fallamiento inverso de rumbo N-S predominante que ha afectado a las sedimentitas paleozoicas durante los movimientos ándicos. Los ríos en la región precordillerana tienen valles en V, que cuando se extienden hacia el oeste y el este pierden su forma haciéndose más amplios con una mayor
cantidad de sedimentos que tapizan sus quebradas. Estos ríos actualmente no poseen el caudal necesario para reformar los abanicos aluviales extensos .
Las formaciones geológicas en la que se ubican los puntos investigados de la línea, son las siguientes:
La zona en la que se realizaron las calicatas PCA1 y PCA2, pertenece a una formación denominada “Depósitos de tipo Aluviales” (RETAMITO) , conformada por limos, arenas y conglomerados. Es una planicie de inundación, cuya edad se asigna al Holoceno, Cuaternario, Cenozoico.
La zona en la que se realizó la calicata PCA3 – PCA4 pertenece a la “Formación GUANACACHE, hacia el este de la Precordillera , conformada por limos inorgánicos , principalmente, algo de arcillas y areniscas , que conforman una planicie fluvial .
Las zonas en que se hicieron las calicatas PCA5 , pertenecen a una
“Formación de Depósitos Coluviales”, la que está conformada por fanglomerados, gravas, arenas y limos, cuya edad se asigna al Holoceno, Cuaternario, Cenozoico.
Las zonas en que se hicieron las calicatas PCA6 y PCA7 pertenecen a la zona en de “Formación de Abanicos Aluviales Actuales”, la que está conformada por fanglomerados y conglomerados inconsolidados, cuya edad se asigna al Holoceno, Cuaternario, Cenozoico. Se formaron desprendiéndose de los cordones ubicados al oeste, y dirigiéndose hacia el este conformada por calizas, dolomías, lutitas negras y margas, cuya edad se asigna al Arenigiano, Ordovícico,Paleozoico.

7.- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS - ESTRATIGRAFIA :

Para describir la estratigrafía tipo, en cada caso, tomamos el nivel del terreno a boca de cada calicata (NT).

7-1.- Suelo Tipo I (Corresponde a los puntos PCA5-PCA6-PCA7).

Según el Reglamento INPRES-CIRSOC 103, Tabla 3, estos suelos se clasifican como “Tipo II, Intermedios”

www.epresanjuan.gob.ar

INFORME TECNICO 19-10-2020

Luego de un horizonte vegetal bajo, que no supera los 1,50m, y suelos compuestos por arenas gravosas con algo de raíces de yuyos y arbustos, la secuencia se continúa hasta los 5,00m de profundidad, con una mezcla de gravas, arenas y limos, que se presentan –alternadamente- entre bien graduadas y mal graduadas de partículas semiangulares y redondeadas, con algunas lentejas de gravillas o arenas de poco espesor, de color gris claro, con una humedad baja que va de w= 1 a w=1,30%,

Se han formado por acción de arrastre de los abanicos aluvionales provenientes de los cerros próximos ubicados al oeste, aunque no han sufrido largas trayectorias de transporte, de ahí la forma semiangular de sus partículas. Durante la ejecución de las calicatas se constató que las lentejas, cuando pierden cohesión por pérdida de humedad, se tornan desmoronables. La napa freática no aparece hasta la profundidad investigada.
Por la similitud geotécnica de los perfiles constatados en estas tres calicatas, se han adoptado los siguientes parámetros de corte , $\phi'=32°$ y c=0 MPa. El coeficiente de balasto horizontal unitario, determinado mediante placa de 30cm de diámetro es Kh1=8,70 kg/cm3.
Según el Reglamento INPRES-CIRSOC 103, Tabla 3, estos suelos se clasifican como “Tipo II, Intermedios, (a)”, y según Figura 1 de este mismo reglamento, se debe considerar que estos sitios están ubicados en Zona 4, de muy elevada peligrosidad sísmica, por emplazarse en el Departamento Sarmiento – Pocito - Rivadavia.

7-2.- Suelo Tipo III (Corresponde a las Calicatas PCA1-PCA2-PCA3-PCA4).

Según el Reglamento INPRES-CIRSOC 103, Tabla 3, estos suelos se pueden clasificar como “Tipo III, Blando”
Conformado por suelo de matriz limosa de tipo inorgànico , con baja plasticidad de color Beige a marron claro, de mas de 5,00 m profundidad, con una humedad de w=1,50% y una densidad natural de D Nat. Max. =1,01 Ton/m3 , con una clasificación ML.
Los parámetros de corte estimados, y corregidos, son de $\phi=27°$ y c=0 MPa.
Según el Reglamento INPRES-CIRSOC 103, Tabla 3, estos suelos se pueden clasificar como “Tipo III, Blandos”, y según Figura 1 de este mismo reglamento, se debe considerar que este sitio se corresponden con Zona 4, de elevada peligrosidad sísmica, por emplazarse en el Departamento de Sarmiento y Pocito.

8.- CARACTERIZACION GEOTÉCNICA - CLASIFICACION DE SUELOS Y PERFILES ESTRATIGRAFICOS EN PCA1-PCA2-PCA3-PCA4

Considerando los resultados de las observaciones de terreno, parámetros de suelos obtenidos de los ensayos realizados y el conocimiento de los materiales encontrados en las prospecciones realizadas, se han adoptado los parámetros que se indican. Primero para las 4 Calicatas , PCA1-PCA2-PCA3-PCA4 , donde se encontró que los suelos son muy similares ; SUELOS finos LIMOS inorgánicos de baja plasticidad y baja compasidad - A4-8 . A continuación se describen las características y valores CBR de cada calicata de la 1 a la 4 .

www.epresanjuan.gob.ar

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

OBRA: E. T. RETAMITO - LAT – Dpto SARMIENTO a E. T La BEBIDA – Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

Empresa : EPRE

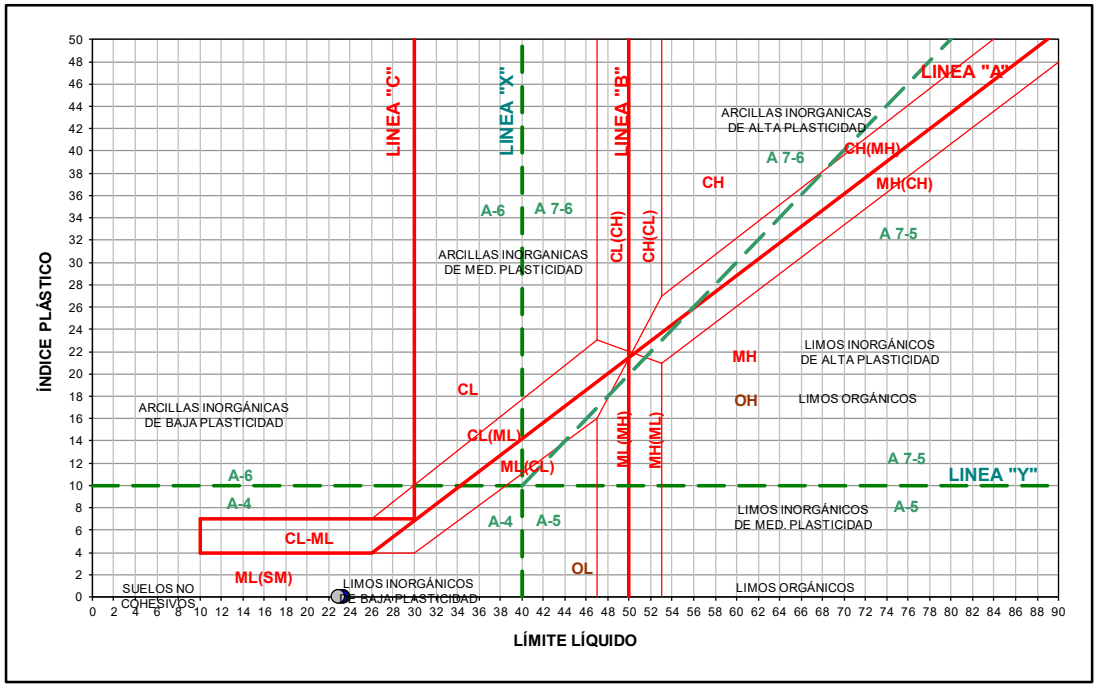
PCA 1

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

SISTEMA HIGWAY - RESEARCH - BOARD (H.R.B.)

Fecha: miércoles, 14 de octubre de 2020

CARTA DE PLASTICIDAD



PCA 1

MUESTRA N°	extracciòn MATERIAL
1	Material de CALICATA PCA1 a -1,00 m
2	Material de CALICATA PCA1 a -1,80 m
3	Material de CALICATA PCA1 a -2,80 m
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m

NOTAS :

Se observa que para las muestras extraìdas a diferentes profundidades en PCA1 (-1,00 m.,-1,80 m, - 2,80 m y 4,00m) : Las caracterìsticas del Suelo son casi iguales .

En este grupo quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos con plasticidad baja, con LL < 30% - **ML**

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA
CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

PCA 1 DETERMINACIONES EN LABORATORIO

MUESTRA N°	MATERIAL	Humedad Nat %	Densidad Nat. Tn/m3	SALES SOLUBLES %	CBR 0,1%	
1	Material de CALICATA PCA3 a -1,00 m	1,50	1,01	0,0153	2,45	
2	Material de CALICATA PCA3 a -1,80 m	1,52	0,97	0,0174	2,60	
3	Material de CALICATA PCA3 a -2,80 m	1,43	0,94	0,0124	2,51	
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m	1,45	0,96	0,013	2,60	

PROCTOR T-99	1,52
Wopt.	17,80

OBRA: E. T. RETAMITO - LAT – Dpto SARMIENTO a E. T La BEBIDA – Dpto RIVADAVIA , SAN JUAN

Empresa : EPRE

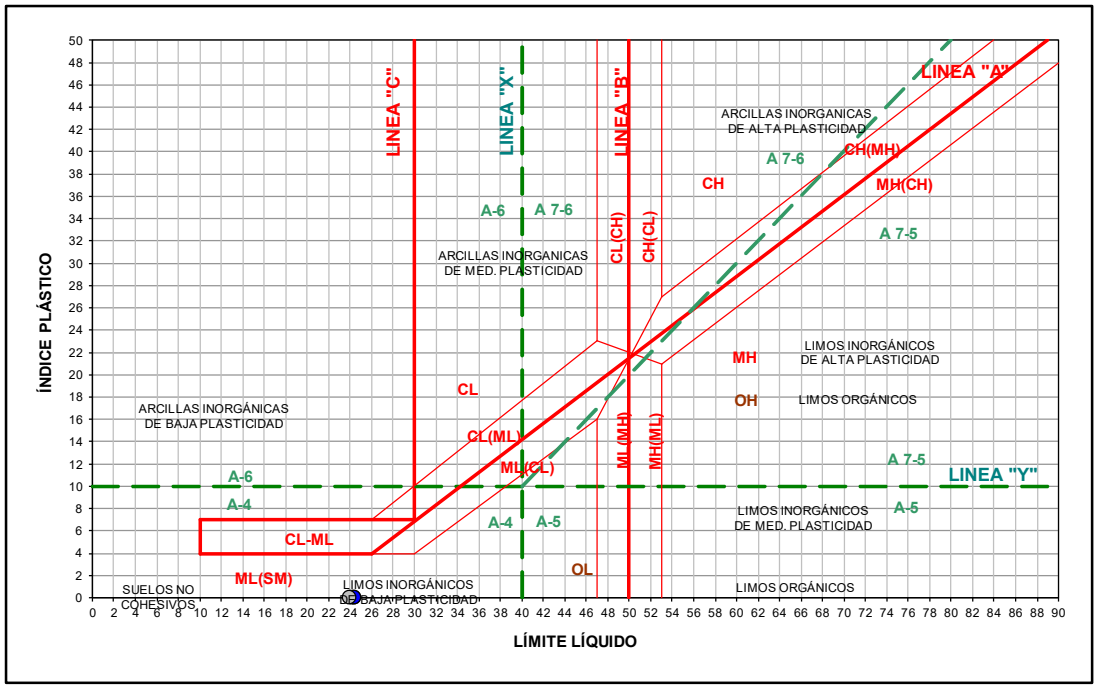
PCA 2

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

SISTEMA HIGWAY - RESEARCH - BOARD (H.R.B.)

Fecha: miércoles, 14 de octubre de 2020

CARTA DE PLASTICIDAD



Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA
CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

PCA 2

MUESTRA N°	L.L. %	L.P. %	I.P. %	Pt40 %	pT200 %	Clas. S.U.C.S.	Clas. H.R.B.	ÍNDICE DE GRUPO
1	24,24	0,00	0,00	100,0	58,0	ML	A-4	8
2	24,40	0,00	0,00	99,0	63,0	ML	A-4	8
3	24,36	0,00	0,00	98,0	60,0	ML	A-4	8
4	23,97	0,00	0,00	100,0	58,0	ML	A-4	8

		ÍG	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
G	GRAVA (GRAVEL)			
M	LIMO (MO)	0	GRANULARES	FRAGMENTOS DE ROCAS, GRAVAS Y ARENA
S	ARENA (SAND)	0		ARENA FINA
C	ARCILLA (CLAY)	0-4		GRAVAS Y ARENAS ARCILLOSAS O LIMOSAS
Pt	TURBA (PEAT)	4-12	LIMOSOS	SUELOS LIMOSOS
O	ORGÁNICO	12- >20	ARCILLOSOS	SUELOS ARCILLOSOS
W	BIEN GRADUADO			
P	MAL GRADUADO			
L	BAJA			
H	ALTA			

PCA 2

MUESTRA N°	extracciòn MATERIAL
1	Material de CALICATA PCA1 a -1,00 m
2	Material de CALICATA PCA1 a -1,80 m
3	Material de CALICATA PCA1 a -2,80 m
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m

NOTAS :

Se observa que para las muestras extraìdas a diferentes profundidades en PCA2 (-1,00 m.,-1,80 m, - 2,80 m y 4,00m) : Las caracterìsticas del Suelo son casi iguales .

En este grupo quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos con plasticidad baja, con LL < 30% - **ML**

PCA 2 DETERMINACIONES EN LABORATORIO

MUESTRA N°	MATERIAL	Humedad Nat %	Densidad Nat. Tn/m3	SALES SOLUBLES %	CBR 0,1%	
1	Material de CALICATA PCA3 a -1,00 m	1,81	1,05	0,0275	2,53	
2	Material de CALICATA PCA3 a -1,80 m	1,82	0,98	0,0274	2,66	
3	Material de CALICATA PCA3 a -2,80 m	1,73	1,03	0,022124	2,57	
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m	1,65	0,97	0,023	2,60	

PROCTOR T-99	1,56
Wopt.	16,40

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

OBRA: E. T. RETAMITO - LAT – Dpto SARMIENTO a E. T La BEBIDA – Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

Empresa : EPRE

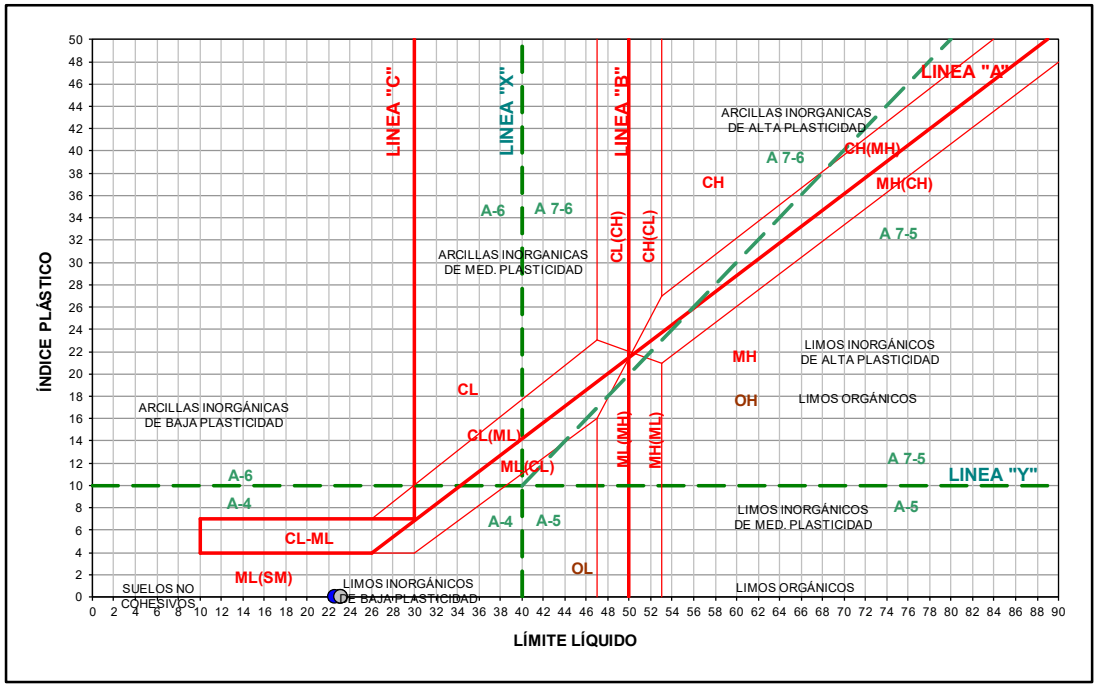
PCA 3

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

SISTEMA HIGWAY - RESEARCH - BOARD (H.R.B.)

Fecha: miércoles, 14 de octubre de 2020

CARTA DE PLASTICIDAD



PCA 3

MUESTRA N°	L.L. %	L.P. %	I.P. %	Pt40 %	pT200 %	Clas. S.U.C.S.	Clas. H.R.B.	ÍNDICE DE GRUPO
1	23,14	0,00	0,00	99,0	77,0	ML	A-4	8
2	23,02	0,00	0,00	100,0	80,0	ML	A-4	8
3	22,54	0,00	0,00	100,0	81,0	ML	A-4	8
4	23,11	0,00	0,00	98,0	79,0	ML	A-4	8

		ÍG	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
G	GRAVA (GRAVEL)			
M	LIMO (MO)	0	GRANULARES	FRAGMENTOS DE ROCAS, GRAVAS Y ARENA
S	ARENA (SAND)	0		ARENA FINA
C	ARCILLA (CLAY)	0-4		GRAVAS Y ARENAS ARCILLOSAS O LIMOSAS
Pt	TURBA (PEAT)	4-12	LIMOSOS	SUELOS LIMOSOS
O	ORGÁNICO	12- >20	ARCILLOSOS	SUELOS ARCILLOSOS
W	BIEN GRADUADO			
P	MAL GRADUADO			
L				
H	ALTA			

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

PCA 3

MUESTRA N°	extracciòn MATERIAL
1	Material de CALICATA PCA1 a -1,00 m
2	Material de CALICATA PCA1 a -1,80 m
3	Material de CALICATA PCA1 a -2,80 m
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m

NOTAS :

Se observa que para las muestras extraidas a diferentes profundidades en PCA3 (-1,00 m.,-1,80 m, - 2,80 m y 4,00m) : Las caracteristicas del Suelo son casi iguales .

En este grupo quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos con plasticidad baja, con LL < 30% - **ML**

PCA 3 DETERMINACIONES EN LABORATORIO

MUESTRA N°	MATERIAL	Humedad Nat %	Densidad Nat. Tn/m3	SALES SOLUBLES %	CBR 0,1%	
1	Material de CALICATA PCA3 a -1,00 m	1,67	1,02	0,0164	2,67	
2	Material de CALICATA PCA3 a -1,80 m	1,62	0,98	0,0160	2,66	
3	Material de CALICATA PCA3 a -2,80 m	1,66	1,03	0,0171	2,81	
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m	1,60	0,99	0,0173	2,76	

PROCTOR T-99	1,53
Wopt.	17,81

OBRA: E. T. RETAMITO - LAT – Dpto SARMIENTO a E. T La BEBIDA – Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

Empresa : EPRE

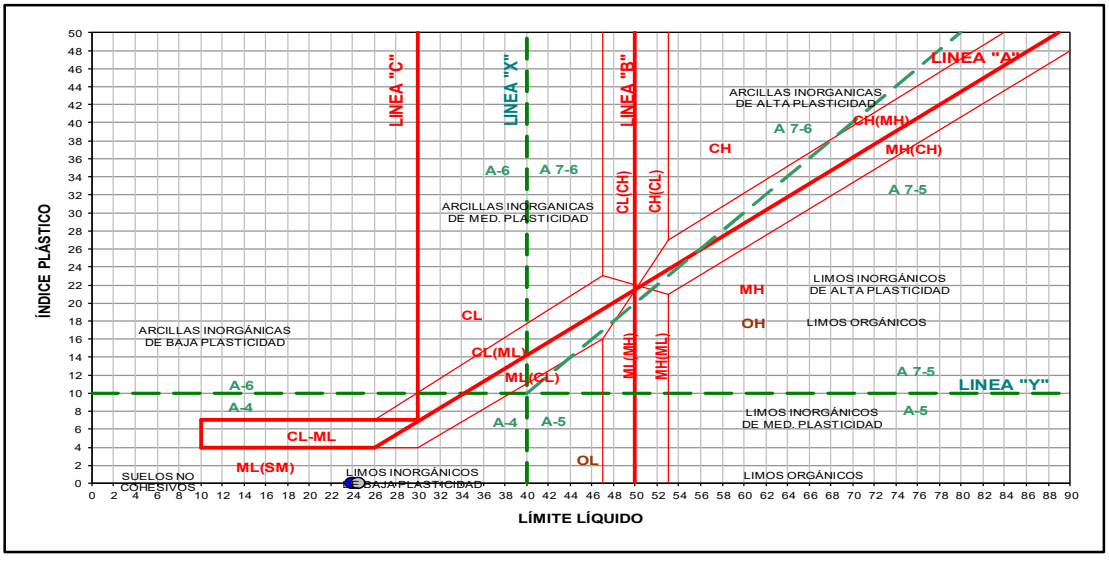
PCA 4

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

SISTEMA HIGWAY - RESEARCH - BOARD (H.R.B.)

Fecha: miércoles, 14 de octubre de 2020

CARTA DE PLASTICIDAD



Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

PCA 4

MUESTRA N°	L.L. %	L.P. %	I.P. %	Pt40 %	pT200 %	Clas. S.U.C.S.	Clas. H.R.B.	ÍNDICE DE GRUPO
1	24,54	0,00	0,00	100,0	87,0	ML	A-4	8
2	24,12	0,00	0,00	98,0	85,0	ML	A-4	8
3	24,01	0,00	0,00	97,0	83,0	ML	A-4	8
4	24,55	0,00	0,00	100,0	88,0	ML	A-4	8

		ÍG	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
G	GRAVA (GRAVEL)			
M	LIMO (MO)	0	GRANULARES	FRAGMENTOS DE ROCAS, GRAVAS Y ARENA
S	ARENA (SAND)	0		ARENA FINA
C	ARCILLA (CLAY)	0-4		GRAVAS Y ARENAS ARCILLOSAS O LIMOSAS
Pt	TURBA (PEAT)	4-12	LIMOSOS	SUELOS LIMOSOS
O	ORGÁNICO	12- >20	ARCILLOSOS	SUELOS ARCILLOSOS
W	BIEN GRADUADO			
P	MAL GRADUADO			
L	BAJA			
H	ALTA			

PCA 4

MUESTRA N°	extracciòn MATERIAL
1	Material de CALICATA PCA1 a -1,00 m
2	Material de CALICATA PCA1 a -1,80 m
3	Material de CALICATA PCA1 a -2,80 m
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m

NOTAS :
Se observa que para las muestras extraìdas a diferentes profundidades en PCA4 (-1,00 m.,-1,80 m, - 2,80 m y 4,00m) : Las caracterìsticas del Suelo son casi iguales .
En este grupo quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos con plasticidad baja, con LL < 30% - **ML**

PCA 4 DETERMINACIONES EN LABORATORIO

MUESTRA N°	MATERIAL	Humedad Nat %	Densidad Nat. Tn/m3	SALES SOLUBLES %	CBR 0,1%	
1	Material de CALICATA PCA3 a -1,00 m	1,88	1,10	0,0181	3,02	
2	Material de CALICATA PCA3 a -1,80 m	1,82	1,14	0,0189	3,07	
3	Material de CALICATA PCA3 a -2,80 m	1,93	1,15	0,0174	2,98	
4	Material de CALICATA PCA1 a -4,00 m	1,96	1,06	0,0179	2,95	

PROCTOR T-99	1,59
Wopt.	18,18

ESTRATIGRAFIA - Perfiles Estratigràficos **PCA1** - El emplazamiento donde se construirá las **E. T. RETAMITO – Dpto SARMIENTO . SAN JUAN** , en la zona

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

indicada, sujeto a estudio, se encuentra ubicado en el Departamento Sarmiento , provincia de San Juan .

Se ha detectado , en calicata realizada en el sitio donde será construida la E. T. RETAMITO , un estrato de suelos finos de mas de 5,00 m de espesor, suelos naturales propios de la zona, compuestos por suelos finos con poca cohesiòn, limos inorgánicos con baja plasticidad y compasidad, que de acuerdo con la clasificación de Suelos S.U.C.S., se corresponde con suelos **A4–8 -** Limo inorgánico de plasticidad baja **(ML)**

Puede verse en los perfiles estratigráficos .

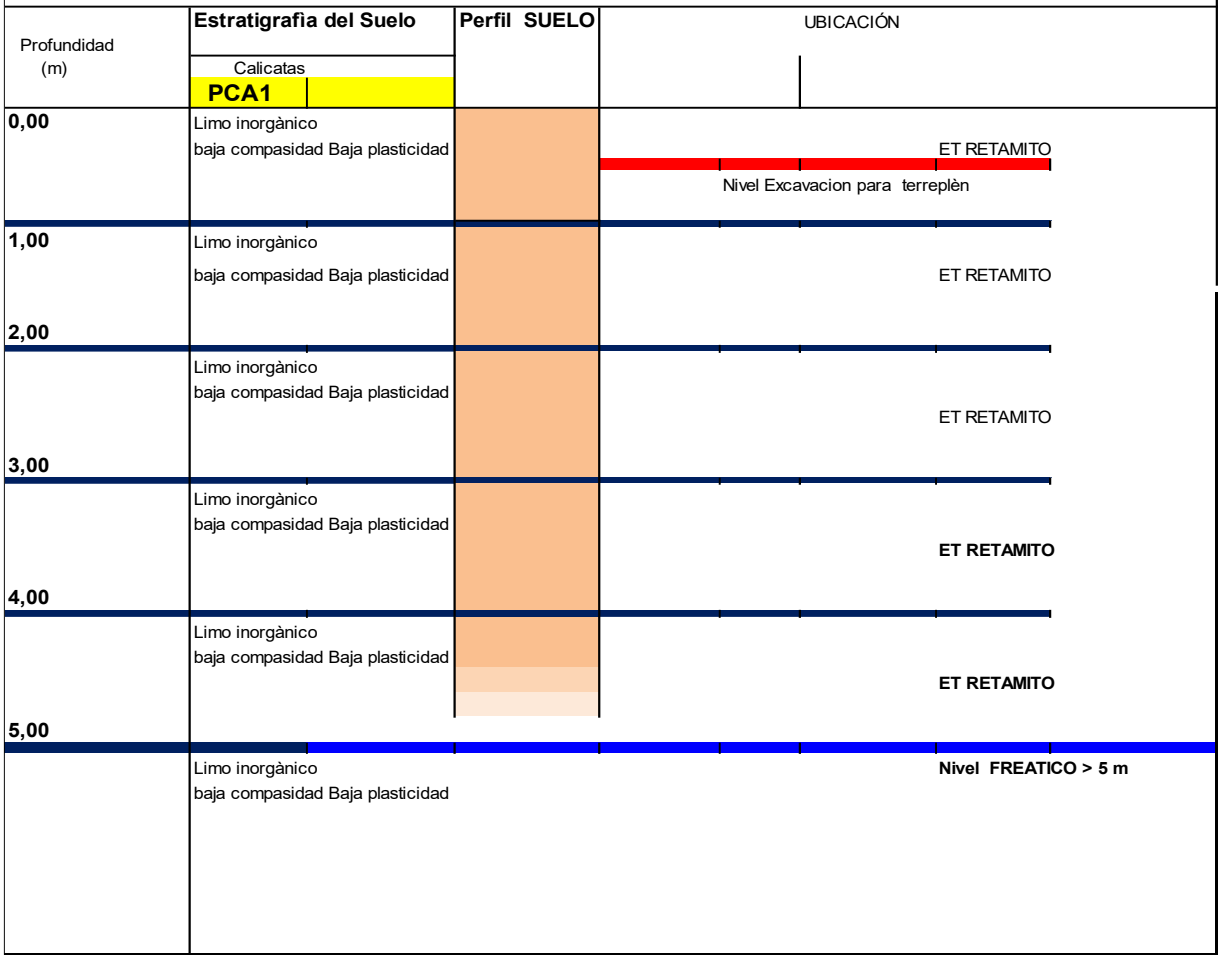
OBRA : E.T. RETAMITO - LAT - Dpto SARMIENTO a E.T La BEBIDA - Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

SECTOR OBRA : E. TRANSFORMADORA RETAMITO-Dpto SARMIENTO. SAN JUAN

16/10/2020

PCA1

PERFIL ESTRATIGRAFICO



Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

PCA2 – PCA3 – PCA4

Se ha detectado , en calicatas realizadas en el sitio donde será construida la LAT - PCA2-PCA3-PCA4 , un estrato de suelos finos de mas de 5,00 m de espesor, suelos naturales propios de la zona, compuestos por suelos finos con poca cohesiòn, limos inorgánicos con baja plasticidad y compasidad, que de acuerdo con la clasificación de Suelos S.U.C.S., se corresponde con suelos **A4–8 -** Limo inorgánico de plasticidad baja **(ML)**

Puede verse en los perfiles estratigráficos .

OBRA : E.T. RETAMITO - LAT - Dpto SARMIENTO a E.T La BEBIDA - Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

SECTOR OBRA : LAT-Dpto SARMIENTO. SAN JUAN

16/10/2020

PCA2-PCA3-PCA-4

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Profundidad (m)	Estratigrafia del Suelo — Calicatas PCA2	Estratigrafia del Suelo — Calicatas PCA3-PCA4	Perfil SUELO	UBICACIÓN
0,00	Limo inorgànico baja compasidad Baja plasticidad			LAT
1,00	Limo inorgànico baja compasidad Baja plasticidad			
2,00	Limo inorgànico baja compasidad Baja plasticidad			LAT
3,00	Limo inorgànico baja compasidad Baja plasticidad			LAT
4,00	Limo inorgànico baja compasidad Baja plasticidad			LAT
5,00	Limo inorgànico baja compasidad Baja plasticidad			Nivel FREATICO > 5 m

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

DATOS OBTENIDOS

Las características de los Suelos encontrados en las calicatas : **PCA1–PCA2-PCA3-PCA4** son muy similares , y son las siguientes :

1- Se observò estrato superior de suelos fino que conforma un estrato de espesor comprendido de 0 m a màs de 5,00 m de profundidad (mayor a 5,00 m) . Según se ve en cortes de suelo en barrancas contiguas , en el rìo cercano , hacia el Norte
2- No se encontraron gravas, arenas o arcillas expansivas, como tampoco bochones o material Granular , de acuerdo a lo confirmado en los sondeos.
3- No se encontró humedad o agua, de Nivel Freático, èste está a una profundidad mayor de 5 m . No se encontró suelos con humedad . No se cuenta con registros históricos de NFreático por arriba de la cota de -5,00 m
4- De acuerdo a la CLASIFICACION DE SUELOS por método S.U.C.S.- HRB , corresponde a:**SUELO A4–8-**Limo inorgánico de plasticidad y compasidad baja **(ML).**
5- **IMPORTANTE : Nos encontramos ante perfiles de suelos dinámicamente Inestables (NORMA – INPRES-CIRSOC 103).** Por estar ante un suelo con características de Inestabilidad ante cargas dinámicas (sismo),se deberán realizar estudios e investigaciones especìficas a fin de determinar los riesgos potenciales , de que se produzcan : - Considerables desplazamientos y asentamientos diferenciales permanentes , a causa del decaimiento de la respuesta frente a acciones cíclicas de origen sísmico . - Licuefacciòn de Suelos saturados (limos medianamente densos) – Roturas o grietas en la superficie del terreno, como consecuencia de movimientos producidos en fallas o fracturas próximas . Los Estudios e Investigaciones indicadas , se realizaràn de acuerdo con los procedimientos de la Sismologia , Geologia y Geotecnia , en forma especifica .

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

www.epresanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

TENSION ADMISIBLE del SUELO en : PCA1 – PCA2 - PCA3 – PCA4 FUNDACIONES

Por las caractèrìsticas físico-mecànicas, por el Nivel de Aguas freáticas (> -5,00 m), de los suelos encontrados en las calicatas PCA1-PCA2-PCA3 y PCA4, se acepta que nos encontramos ante perfiles de suelos dinámicamente Inestables (NORMA – INPRES-CIRSOC 103).

Para el càlculo de la CAPACIDAD PORTANTE , se emplea el criterio y fòrmula de Terzaghi .

En consecuencia :

- 1- Para ZAPATAS CONTINUAS de fundación :

Ancho B = 0,50 m con L >>B , profundidad de Fundaciòn = 0,50 m

qc = 9,67 Tn/m2

qadm Suelo = qc/S donde S = factor de Seguridad S = 2,5

qadm Suelo = 3,86 Tn/m2 = 0,38 Kg / cm2

qadm Suelo = 0,38 Kg/cm2

para la Verificación o cálculo de Fundaciones de Estructuras ante carga Vertical más Sismo , la Tensión Admisible puede incrementarse hasta un 20 % (ft = 1,2)

qlim. = qAdm * ft = 0,45 Kg/cm2 (ft=1,2–ZONA SISMICA 4)

SAN JUAN – (INPRES – CIRSOC 103)

NOTA :

Para la eventualidad de suelos con características particulares (p.ej. arcillas expansivas o bancos de arena suelta), se deberá estudiar en el proyecto definitivo las fundaciones especiales requeridas, incluyendo la posibilidad de utilizar pilotes convencionales, micropilotes inyectados autoperforantes (MIA) ó fundaciones directas con cámaras de expansión.

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

www.epresanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

AGRESIVIDAD QUIMICA a Estructuras – Sales Solubles - Sulfatos

En ninguno de los puntos explorados se encontraron porcentajes de sulfatos (SO=) que puedan agredir (proceso de hinchamiento y ataque a hormigones de bases de Hormigòn, que se produce por los iones sulfato, cuando penetran en el hormigón, y provocan la formación de compuestos expansivos, que destruyen la estructura de la pasta de cemento ya endurecida , en hormigones de fundaciones. En gràfica anterior se muestran los porcentajes de sales solubles totales, sodio y sulfatos, que surgieron de los análisis, y el grado de agresividad, o ataque, de los sulfatos, según recomendaciones del Reglamento CIRSOC es muy bajo .
Las concentraciones de sulfatos (ò salitre) y la presencia de agua freática y/o presencia de agua superficial permanente, que determinen condiciones de fuerte agresividad, determinarán protecciones especiales en las barras metálicas de anclaje (p.ej. revestimiento epoxi horneado o acero inoxidable) y en los anclajes premoldeados de hormigón armado (p.ej. pintura epoxibituminosa).

NIVEL FREATICO

No se constató napa freática hasta las profundidades investigadas, de modo que no hay que tomar ninguna precaución al respecto.

SUELOS DESMORONABLES – Protecciones a Bases de Torres Elèctricas

Los suelos limosos en PCA2-PCA3 y PCA4 , mostraron baja compasidad y escaza humedad , y en algunos casos son desmoronables, de modo que si se ejecutan excavaciones para fundar en forma manual, hay que cuidar las condiciones de seguridad, por cuanto pueden producirse derrumbes.
En los piquetes emplazados en zonas atravesadas por arroyos, es necesario construir gaviones de piedra alrededor de las bases, para protegerlas contra la erosión.

www.epresanjuan.gob.ar

REGISTRO FOTOGRAFICO - PCA1-PCA2-PCA3-PCA4

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



E.T RETAMITO-PCA1



PCA1-barrancas naturales

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



ET Retamito-PCA1



ET RETAMITO – PCA1

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



ET RETAMITO



PCA1

juan.gob.ar

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

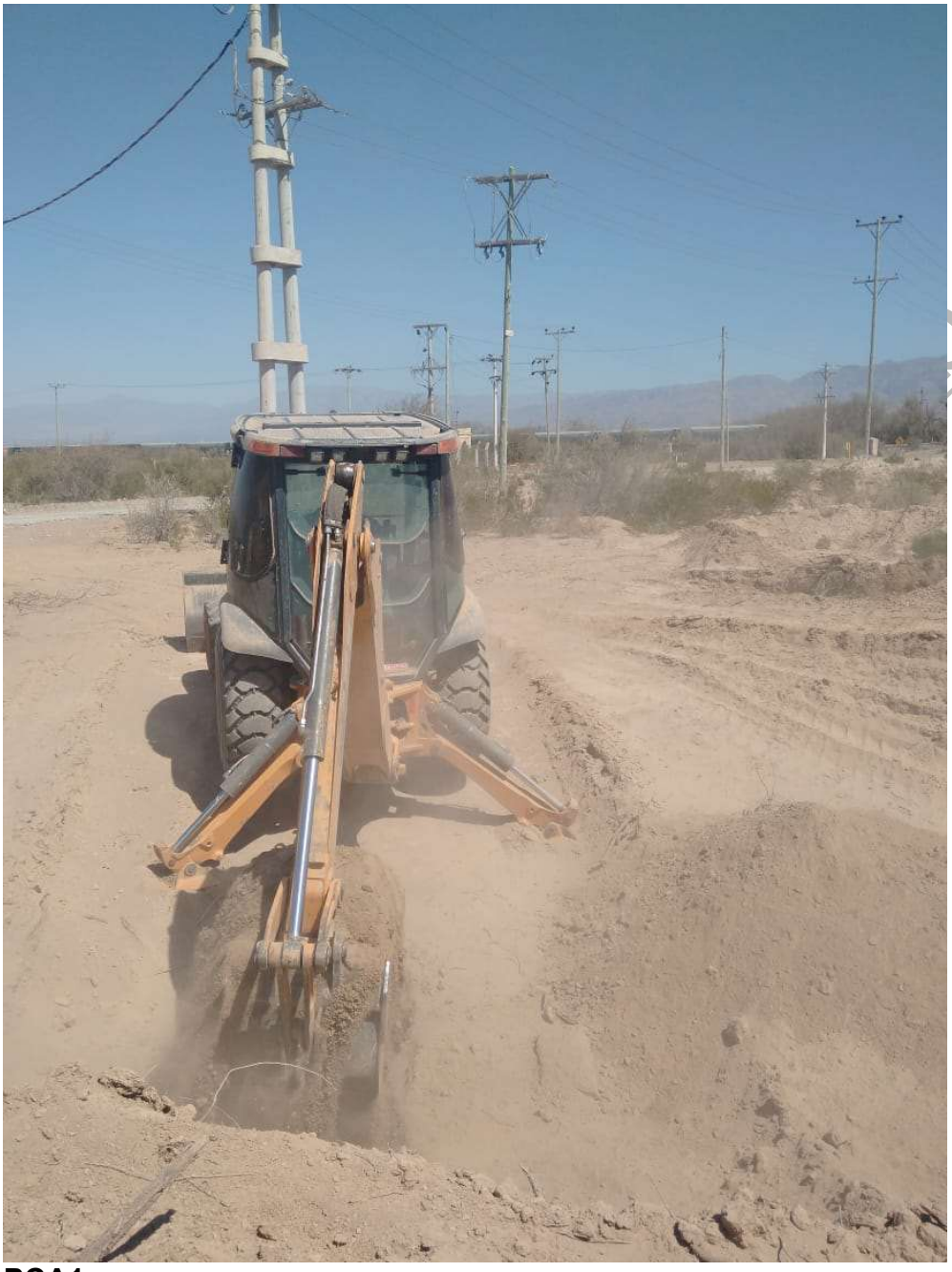
INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA1

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA1

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA
CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA1



PCA2

sanjuan.gob.ar

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA2



PCA2

sanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA3



PCA3-barranca natural

sanjuan.gob.ar

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA3-barranca natural



PCA3-barranca natural

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



zona-PCA4



zona de PCA4

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740



PCA4

www.epres

9.- CARACTERIZACION GEOTÉCNICA - CLASIFICACION DE SUELOS Y PERFILES ESTRATIGRAFICOS EN PCA5-PCA6-PCA7

Considerando los resultados de las observaciones de terreno, parámetros de suelos obtenidos de los ensayos realizados y el conocimiento de los materiales encontrados en las prospecciones realizadas, se han adoptado los parámetros que se indican , para las 3 Calicatas , PCA5-PCA6-PCA7 , donde se encontró que los suelos son muy similares ; SUELOS de tipo GRANULAR con baja compasidad - A1-a .

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

GRANULOMETRIA - CLASIFICACION DE SUELOS - A.A.S.H.T.O

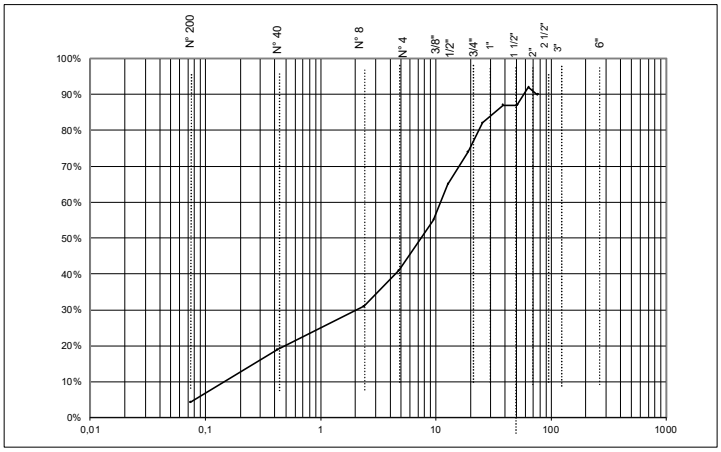
Fecha: 14/10/2020
Material: **Suelo CALICATA 5 - PCA5**
Obra: L.A.T - Dpto SARMIENTO - SAN JUAN

Tramo o Progresivas:
Cota: - 2,00 m

Peso de la Muestra:	28854,61

Tamiz		% Retenido	% Pasante
3"			97,0%
2 1/2"			92,0%
2"			87,0%
1 1/2"			87,0%
1"			82,0%
3/4"			74,0%
1/2"			65,0%
3/8"			55,0%
N° 4			41,0%
CUARTEO SOBRE		1.000,0gr.	
N° 10			31,0%
N° 40			19,0%
N° 200			4,3%

Peso Total de la Muestra	28.854,6gr.
Peso del cuarteo	1.000,0gr.



IP:	0,0%	IG	0

Clasificación	A-1a	SUELO de tipo Granular

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
LIMITE %	17,65%	LIMITE %	0,0%

Observaciones: SUELO **A-1a** - Suelo de tipo GRANULAR

DETERMINACION DE SALES SOLUBLES - totales del suelo

SALES SOLUBLES totales : 0,046%

DETERMINACION DE SULFATOS

SULFATOS 0,023%

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL del suelo

Wn (Humedad Natural) : 0,80%

DETERMINACION DE DENSIDAD Natural del suelo

Densidad natural (Densidad del Suelo) : 1,75 Tn/m3

CBR

94,00 Expansiòn 0,017%

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

GRANULOMETRIA - CLASIFICACION DE SUELOS - A.A.S.H.T.O

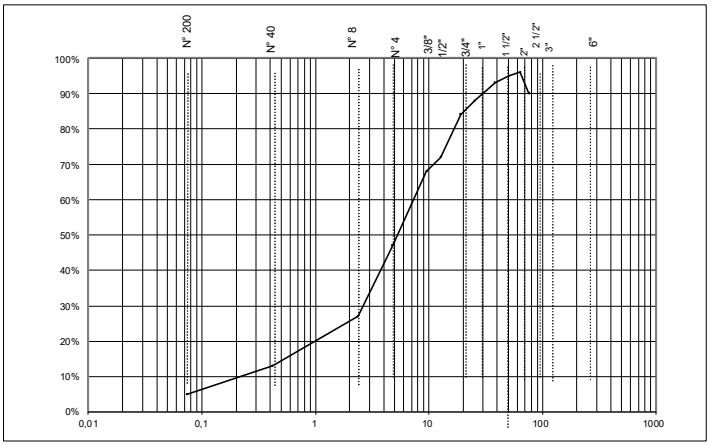
Fecha: 15/10/2020
Material: **Suelo CALICATA 6 - PCA6**
Obra: L.A.T - Dpto POCITO - SAN JUAN

Tramo o Progresivas:
Cota: - 3,00 m

Peso de la Muestra:	29156,71

Tamiz		% Retenido	% Pasante
3"			100,0%
2 1/2"			96,0%
2"			95,0%
1 1/2"			93,0%
1"			88,0%
3/4"			84,0%
1/2"			72,0%
3/8"			68,0%
N° 4			47,0%
CUARTEO SOBRE		1.000,0gr.	
N° 10			27,0%
N° 40			13,0%
N° 200			5,0%

Peso Total de la Muestra	29.156,7gr.
Peso del cuarteo	1.000,0gr.



IP:	0,0%	IG	0

Clasificación	A-1a	SUELO de tipo Granular

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
LIMITE %	8,90%	LIMITE %	0,0%

Observaciones: SUELO **A-1a** - Suelo de tipo GRANULAR

DETERMINACION DE SALES SOLUBLES - totales del suelo

SALES SOLUBLES totales : 0,076%

DETERMINACION DE SULFATOS

SULFATOS 0,062%

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL del suelo

Wn (Humedad Natural) : 1,01%

DETERMINACION DE DENSIDAD Natural del suelo

Densidad natural (Densidad del Suelo) : 1,88 Tn/m3

CBR

109,03

Expansiòn 0,102%

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO

19-10-2020

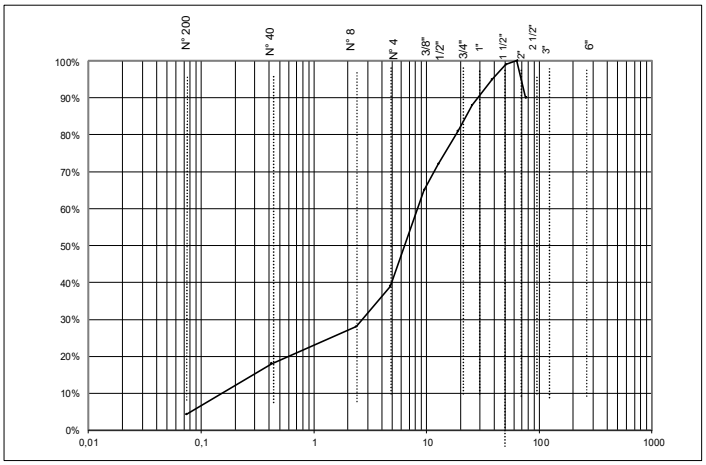
GRANULOMETRIA - CLASIFICACION DE SUELOS - A.A.S.H.T.O

Fecha: 15/10/2020
Material: **Suelo CALICATA 7 - PCA7**
Obra: L.A.T - Dpto POCITO - SAN JUAN

Tramo o Progresivas:
Cota: - 4,00 m

Peso de la Muestra:	30745,21

Tamiz		% Retenido	% Pasante
3"			100,0%
2 1/2"			100,0%
2"			99,0%
1 1/2"			95,0%
1"			88,0%
3/4"			81,0%
1/2"			72,0%
3/8"			65,0%
N° 4			39,0%
CUARTEO SOBRE		1.000,0gr.	
N° 10			28,0%
N° 40			18,0%
N° 200			4,3%



Peso Total de la Muestra	30.745,2gr.
Peso del cuarteo	1.000,0gr.

IP:	0,0%	IG	0

Clasificación	A-1a	SUELO de tipo Granular

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
LIMITE %	12,50%	LIMITE %	0,0%

Observaciones: SUELO **A-1a** - Suelo de tipo GRANULAR

DETERMINACION DE SALES SOLUBLES - totales del suelo

SALES SOLUBLES totales : 0,013%

DETERMINACION DE SULFATOS

SULFATOS 0,000%

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL del suelo

Wn (Humedad Natural) : 0,95%

DETERMINACION DE DENSIDAD Natural del suelo

Densidad natural (Densidad del Suelo) : 1,92 Tn/m3

CBR
106,78

Expansiòn 0,129%

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

TERRA
CONSTRUCCIONES S.R.L.

INFORME TECNICO 19-10-2020

ESTRATIGRAFIA - Perfiles Estratigràficos

El emplazamiento donde se construirán las torres eléctricas de la LAT (Calicatas PCA5-PCA6-PCA7) , en la zona indicada, sujeto a estudio, se encuentra ubicado en el Departamento Sarmiento y Pocito , provincia de San Juan .

Se ha detectado, al realizar las calicatas , un solo estrato de suelos de tipo Granular de mas de 5,00 m de espesor, suelos naturales propios de la zona, compuestos por suelos Granulares con poca cohesiòn, y que contienen bochones de màs de 6", que de acuerdo con la clasificación de Suelos A.A.S.H.T.O., se corresponde con suelos **A1–a – Suelos de tipo Granular de baja compasidad**

Se ha tomado muestras de materiales en cada uno de los PCA5 , PCA6 y PCA7 a diferentes profundidades y que son representativas de los suelos presentes en cada punto . Puede verse en el/los perfiles estratigráficos .

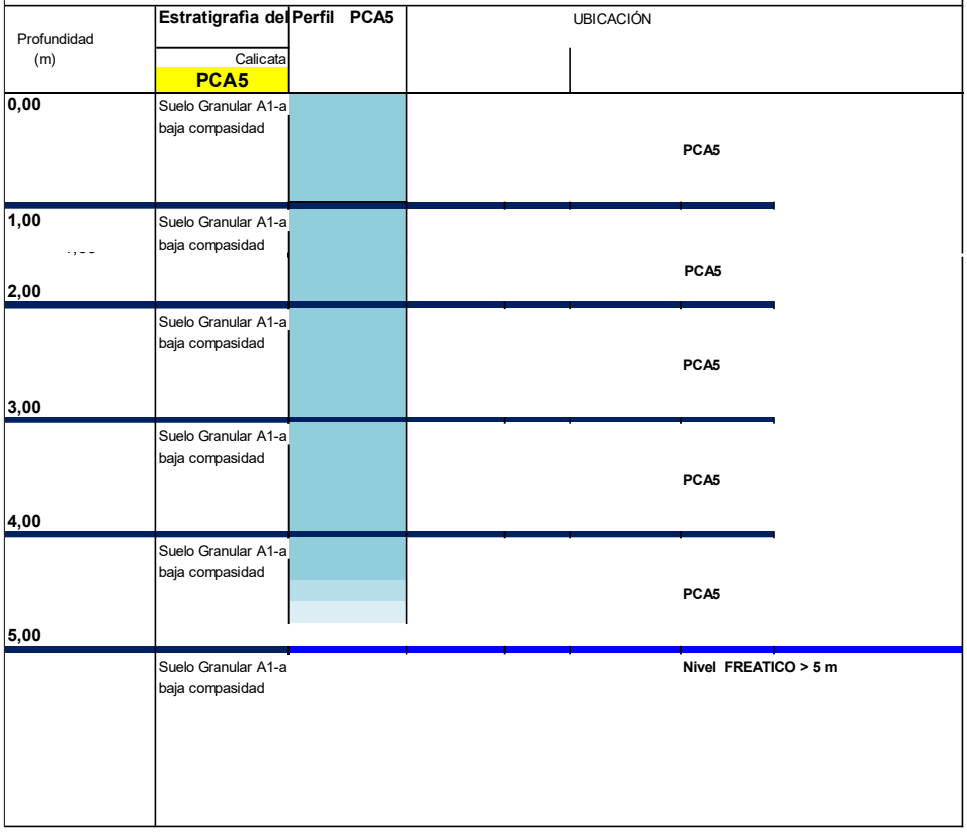
OBRA : E.T. RETAMITO - LAT - Dpto SARMIENTO a E.T La BEBIDA - Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

SECTOR OBRA : LAT - PCA5-Dpto SARMIENTO. SAN JUAN

15/10/2020

PCA5

PERFIL ESTRATIGRAFICO



Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

OBRA : E.T. RETAMITO - LAT - Dpto SARMIENTO a E.T La BEBIDA - Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

SECTOR OBRA : LAT - PCA6 --Dpto POCITO. SAN JUAN

15/10/2020

PCA6

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Profundidad (m)	Estratigrafia del Calicata PCA6	Perfil PCA6	UBICACIÓN
0,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA6-CANTERA GREEN SA- Calle 18
1,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA6-CANTERA GREEN SA- Calle 18
2,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA6-CANTERA GREEN SA- Calle 18
3,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA6-CANTERA GREEN SA- Calle 18
4,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA6-CANTERA GREEN SA- Calle 18
5,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		Nivel FREATICO > 5 m

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

OBRA : E.T. RETAMITO - LAT - Dpto SARMIENTO a E.T La BEBIDA - Dpto RIVADAVIA . SAN JUAN

SECTOR OBRA : LAT - PCA7-Dpto POCITO. SAN JUAN

15/10/2020

PCA7

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Profundidad (m)	Estratigrafia del S — Calicata PCA7	Perfil PCA7	UBICACIÓN
0,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA7-CANTERA DPV- Calle 10
1,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA7-CANTERA DPV- Calle 10
2,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA7-CANTERA DPV- Calle 10
3,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA7-CANTERA DPV- Calle 10
4,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		PCA7-CANTERA DPV- Calle 10
5,00	Suelo Granular A1-a baja compasidad		Nivel FREATICO > 5 m

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

TERRA CONSTRUCCIONES S.R.L.

DATOS OBTENIDOS

Las características de los Suelos encontrados en las TRES calicatas o Pozos a Cielo Abierto : **PCA5 – PCA6 y PCA7** son muy similares , y son las siguientes :

1- Se observò estrato superior de suelos de tipo GRANULAR con escaza compacidad que conforman un estrato de espesor comprendido de 0 m a màs de 5,00 m de profundidad (mayor a 5,00 m) . Según se ve en cortes de suelo en barrancas contiguas . (Ver Registro Fotogràfico)
2- Se encontraron gravas, gravas arenosas con bochones caracterìsticos de la zona de pedemonte de la provincia de San Juan .
3- No se encontró humedad o agua, de Nivel Freático, èste está a una profundidad mayor de 5 m . No se encontró suelos con humedad . No se cuenta con registros históricos de NFreático por arriba de la cota de -5,00 m

De acuerdo a la CLASIFICACION DE SUELOS por método A.A.S.H.T.O., se corresponde con suelos **A1–a – Suelos de tipo Granular de baja compasidad (A1-a) ,** se acepta que nos encontramos ante perfiles de suelos dinámicamente Estables (NORMA – INPRES-CIRSOC 103).

==========

TENSION ADMISIBLE del SUELO en : PCA5–PCA6-PCA7 - FUNDACIONES

Por las caractèrìsticas físico-mecànicas, por el Nivel de Aguas freáticas (> -5,00 m), de los suelos encontrados en las calicatas PCA5-PCA6-PCA7, se acepta que nos encontramos ante perfiles de suelos dinámicamente Estables (NORMA – INPRES-CIRSOC 103).

Para el càlculo de la CAPACIDAD PORTANTE tomo el material y consideraciones del PCA5 , y empleo el criterio y fòrmula de Terzaghi .

En consecuencia :

- 1- Para ZAPATAS CONTINUAS de fundación :

Ancho B = 0,50 m con L >>B , profundidad de Fundaciòn = 0,50 m

qc = 44,15 Tn/m2

qadm Suelo = qc/S donde S = factor de Seguridad S = 2,5

qadm Suelo = 17,66 Tn/m2 = 1,76 Kg / cm2

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

www.epresanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

qadm Suelo = 1,76 Kg/cm2

para la Verificación o cálculo de Fundaciones de Estructuras ante carga Vertical más Sismo , la Tensión Admisible puede incrementarse hasta un 20 % (ft = 1,2)

qlim. = qAdm * ft = 2,11 Kg/cm2 (ft=1,2–ZONA SISMICA 4)

SAN JUAN – (INPRES – CIRSOC 103)

CALCULO DE MODULOS DE BALASTO DEL SUELO – vertical y horizontal

COEFICIENTES DE COMPRESIBILIDAD DEL SUELO – CALICATA 5 (MAS DESFAVORABLE)

Se denomina como Ks1(v), "al módulo ó coeficiente de Balasto Unitario" , vertical , y Ks1(h) al horizontal .

- Para la situación del perfil de suelo en "CALICATA 5": y en Base a Tablas , al tipo de suelo y fórmulas empíricas se puede determinar para el SUELO GRANULAR A-1-a que :

Ks1(v) =10,27 kg/cm^3

Ks1(h) = 8,70 kg/cm^3

Calicata N° 5

Modulo de Balasto Vertical - Ks1(v)

Tipo de suelo	K30 (MN/m3)
Arcilla blanda	15 – 30
Arcilla media	30 – 60
Arcilla dura	60 – 200
Limo	15 – 45
Arena floja	10 – 30
Arena media	30 – 90
Arena compacta	90 – 200
Grava arenosa floja	70 – 120
Grava arenosa media	120 – 300
Margas arcillosas	200 – 400
Rocas algo alteradas	300 – 5.000
Rocas sanas	>5.000

Base Aislada

Ancho B(m)	2,00
Largo L(m)	2,00
K30(MN/m3)	12
K30(MN/m3)	10,27

con coef. Seguridad = 1,2

Para SUELO **A1-a**

Ks(MN/m3) 102,65

Modulo de Balasto Vertical

Ks1 (v) (Kg/cm3) 10,27

Modulo de Balasto Horizontal - Ks1(h)

Resultados(MN/m3)

Es (suelo)(MN/m2)	52,4
γ	0,40
D(dimensión menor)(m)	1,50
Ep(estructura)(MN/m2)	24000
Ip(cm4)	5,33

Meyerhof and Baike

Modulo de Balasto Horizontal

Ks1(h) (Kg/cm3) 8,70

Para CALCULAR , los COEFICIENTES de Balasto horizontal y vertical del terreno , para una BASE AISLADA de fundación , de profundidad H, ancho B y largo L, se debe calcular mediante las siguientes expresiones que resumen trabajos de Terzaghi , Broms y Sowers :

www.epresanjuan.gob.ar

INFORME TECNICO 19-10-2020

$$Cbv = Ks1(v) \times \left(\frac{H}{1m}\right) \times \left(\frac{0.3}{B}\right)^{0.35}$$ para CALCULO COEFICIENTE DE Balasto VERTICAL para una BASE AISLADA DE B x H x L (Coeficiente de compresibilidad en fondo Cbv)

Donde Ks1(v) ----- para CALICATA 5 = 10,27 Kg/cm3

$$Cbh = Ks1(h) \times \left(\frac{H}{1m}\right) \times \left(\frac{0.3}{B}\right)^{0.35}$$ para CALCULO COEFICIENTE DE Balasto HORIZONTAL para una BASE AISLADA DE B x H x L (Coeficiente de compresibilidad en pared Cbh)

Donde Ks1(h) ----- para CALICATA PCA5 = 8,70 Kg/cm3

En las expresiones anteriores H y B deben expresarse en metros , donde B indica el lado de la base opuesto a la acción de Q.

Considerar para Càlculo Bases de Torres LAT : para PCA5-PCA6-PCA7

SUELO TIPO GRANULAR A1-a

Características mecánicas utilizadas para el cálculo:

Módulo reacción Vertical unitario del terreno KS1(v) = 10,27 [kg/cm3]

Módulo reacción Vertical unitario del terreno KS1(h) = 8,70 [kg/cm3]

Coeficiente de compresibilidad en pared Cbh [kg/cm3]

Coeficiente de compresibilidad en fondo Cbv [kg/cm3]

Ángulo de tierra gravante	β	12,00º
Ángulo de fricción interna	φ	32,00º
Coeficiente de fricción Suelo/Hº	μ	0,32
Tensión ADM. suelo	Padm	1,76 [kg/cm2]
DENSIDAD nat. Suelo	Γs	1,75 [t/m3]

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

www.epresanjuan.gob.ar

NOTA :

Para la eventualidad de suelos con características particulares (p.ej. arcillas expansivas o bancos de arena suelta), se deberá estudiar en el proyecto definitivo las fundaciones especiales requeridas, incluyendo la posibilidad de utilizar pilotes convencionales, micropilotes inyectados autoperforantes (MIA) ó fundaciones directas con cámaras de expansión.

9-3.: AGRESIVIDAD QUIMICA a Estructuras – Sales Solubles - Sulfatos

En ninguno de los puntos explorados se encontraron porcentajes de

sulfatos (SO=) que puedan agredir (proceso de hinchamiento y ataque a hormigones de bases de Hormigòn, que se produce por los iones sulfato, cuando penetran en el hormigón, y provocan la formación de compuestos expansivos, que destruyen la estructura de la pasta de cemento ya endurecida , en hormigones de fundaciones. En gràfica anterior se muestran los porcentajes de sales solubles totales, sodio y sulfatos, que surgieron de los análisis, y el grado de agresividad, o ataque, de los sulfatos, según recomendaciones del Reglamento CIRSOC es muy bajo .

Las concentraciones de sulfatos (ò salitre) y la presencia de agua freática y/o presencia de agua superficial permanente, que determinen condiciones de fuerte agresividad, determinarán protecciones especiales en las barras metálicas de anclaje (p.ej. revestimiento epoxi horneado o acero inoxidable) y en los anclajes premoldeados de hormigón armado (p.ej. pintura epoxibituminosa).

9-4.: NIVEL FREATICO

No se constató napa freática hasta las profundidades investigadas, de modo

que no hay que tomar ninguna precaución al respecto.

9-5.: SUELOS DESMORONABLES – Protecciones a Bases de Torres Elèctricas

www.epresanjuan.gob.ar

INFORME TECNICO 19-10-2020

Los suelos en PCA5-PCA6-PCA7 , mostraron baja compasidad y escaza humedad , y en algunos sectores son desmoronables, de modo que si se ejecutan excavaciones para fundar en forma manual, hay que cuidar las condiciones de seguridad, por cuanto pueden producirse derrumbes.

En los piquetes emplazados en zonas atravesadas por arroyos, es necesario construir gaviones de piedra alrededor de las bases, para protegerlas contra la erosión.

www.epresanjuan.gob.ar

10.- BIBLIOGRAFIA :

□□Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica – K.Terzaghi; R. Peck.

□□Mecánica de Suelos – P.L. Berry; D. Reid.

□□Geotecnia y Cimientos – J.A. Jiménez Salas; J.L. De Justo Alañes; A.A.Serrano G.-

□□Anteproyecto de Reglamento CIRSOC 401-Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos.

□□Ingeniería Geológica – Luis I. Gonzalez de Vallejo.

□□Enginnering and Design Rock Foundations – CECW-EG Engineer Manual 1110-2-2908 – Departament of the Army Corps of Engineers – Washington, DC 20314-1000.

□□Foundation Analysis And Design – Joseph E. Bowles.

□□Reglamento CIRSOC 201.

□□NORMAS de Ensayo de la DNV - Argentina.

□□Reglamento CIRSOC 401. Reglamento Argentino de estudios Geotècnicos . 2018

□□Hoja Geológica N° 3169-II-San José de Jachal. SEGEMAR.

□□Global Positioning System.

□□Antecedentes Interconexión. TERCER TRAMO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN ASOCIADO A LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA YACYRETA 2.003

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020

REGISTRO FOTOGRAFICO

CALICATAS PCA5-PCA6-PCA7

sanjuan.gob.ar



Excavacion en PCA5

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA5



anjuar...op.ar

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



Muestreo en PCA5



PCA6 - Cantera Calle18 de GREEN SA

resanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA6 - Cantera Calle18 de GREEN SA



PCA6 – toma densidad

sanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA6 – toma muestras



PCA6 – zonificación

esanjuan.gob.ar

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. Nº 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



Equipo CBR



esanjuan.gob.ar

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



corte barranca en PCA7



PCA6 – tamizado

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



sanjuan.gob.ar



PCA7-corte barranca-cantera DPVialidad

LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
E.T. RETAMITO – E.T. LA BEBIDA - EPRE

INFORME TECNICO 19-10-2020



PCA7-corte barranca-cantera DPVialidad



PCA7-corte barranca-cantera DPVialidad

Ing. RICARDO M. COLLADO
Representante Técnico
MAT. C.P.I.A.S.J. N° 2740

INFORME DE ESTUDIO DE LÍNEA DE BASE FAUNA DE VERTEBRADOS

"Línea de Alta Tensión 132 kV en configuración doble terna ET San Juan Sur – ET La Bebida"

LIC. ROSA VERÓNICA BLANCO FAGER - MAG. SONIA GRISEL ORTIZ

2020

INTRODUCCIÓN

ESTUDIO DE LÍNEA DE BASE FAUNA DE VERTEBRADOS

Argentina presenta numerosas áreas desérticas y semidesérticas (Morello, 1985) que, debido a la rigurosidad ambiental (temperaturas extremas, grandes contrastes térmicos, escasez de agua y alimento, etc.; Costa 1995) y a la historia geológica han constituido un importante escenario en la evolución de la biota (Reig, 1981).

Los desiertos albergan una gran cantidad de endemismos, especies con distinto grado de vulnerabilidad y especies cuya situación de conservación aún no es clara por falta de información (Díaz y Ojeda 2000; Ojeda *et al.*2002). Estos ambientes áridos están caracterizados por su importante grado de fragilidad.

En las zonas áridas donde el agua es un factor limitante, los procesos generados por el accionar humano alcanzan mayor gravedad. Inadecuadas prácticas agrícolas y ganaderas (deforestación, desmonte, pastoreo, irrigación) y la explotación sin control de los recursos naturales en el área, producen la pérdida obvia del potencial maderero y ganadero así como la destrucción del hábitat (Ortiz *et al.*, 1996)

Actualmente, el cambio climático está produciendo importantes modificaciones en la composición de especies de los ecosistemas.

Considerando las características de los ambientes áridos (poca agua disponible, temperaturas extremas, baja productividad), las respuestas evolutivas de los animales constituyen un complejo de estrategias que permiten mantener el balance de agua, regular la temperatura y protegerse ante el riesgo de depredación. (Campos *et al.,* 2007)

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de San Juan, ubicada en el centro oeste de la República Argentina, sector central del cordón Andino, tiene una superficie aproximada de 92,000 km2, 2/3 de ella está ocupada por cordones montañosos, separados entre sí por anchos valles. En estas regiones áridas, los valles son irrigados por ríos de alimentación nival y glacial, en este caso el río Jáchal y el San Juan, situación que favorece el desarrollo de poblaciones concentradas y actividades asociadas en oasis. La zona donde se desarrollan las cuencas, está constituida por el faldeo oriental de la Precordillera, el piedemonte y parte de la planicie aluvial del río San Juan, las áreas más urbanizadas se asientan en el sector más

www.epresanjuan.gob.ar

bajo del piedemonte y la antigua llanura de inundación del río San Juan. De estos valles el más importante en el que se encuentra la mayor concentración de la población es el Valle del Tulum, depresión tectónica limitada por cordones montañosos Precordillera al oeste y Sierras Pampeanas el este (Luna, 2008)

De acuerdo a la clasificación de ECO –REGIONES de la Argentina, (Burkart *et al*., 1999); el área de estudio se encuadra en la Región de Monte de Sierras y Bolsones. La misma se caracteriza por presentar gran variedad de estructuras geomorfológicas y de altitud, es una enorme región con condiciones ambientales rigurosas (lluvias escasas, inferiores a 100 mm anuales, y gran amplitud térmica). Posee cursos de agua temporarios y zonas de extinción de numerosas cuencas endorreicas. Suelos pobres, pedregosos, arenosos o salinos. Específicamente, la zona donde se proyecta el tendido eléctrico se encuentra en el sector oriental del piedemonte de la Sierra Chica de Zonda y del Cordón de Pedernal en la Provincia de San Juan.

El área donde se emplaza la Estación Transformadora San Juan Sur, se encuentra fuertemente impactada por la actividad vinculada a caleras y ferrocarril presentes en la zona. Continuando el tendido hacia la ET La Bebida, abarcando sitios de influencia en los departamentos Sarmiento y Pocito, se desarrollan emprendimientos agrícolas (olivos, vid), actividades deportivas como mountain bike y trekking. Por lo que se destaca un área de elevada fragilidad ambiental y con diversos grados de impacto antrópico. En las áreas cercanas a la ET La Bebida el impacto se produce por la actividad de sectores, usados como depósitos de basura (escombros, restos de animales, etc.) El área en donde se desarrolla el emplazamiento del Parque de Tecnologías ambientales Anchipurac, incluyendo todas sus actividades, genera un significativo impacto en el área, el que se suma a las otras actividades descriptas. Estas actividades de marcado impacto, provocan en algunos casos efectos negativos para la fauna nativa, que huye de estos sitios, y en otros casos efectos positivos, ya que en estas áreas de marcada pobreza en la oferta de recursos, encuentran posibilidades de sustento, sitios de refugio y mejores condiciones de nidificar para el caso puntual de aves.

Se registraron especímenes de la fauna de vertebrados por detección de presencia o actividad y bibliográficamente, estos son colocados en tablas, ordenadas taxonómicamente por órdenes, familias, género y especie.

www.epresanjuan.gob.ar

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Mediante la utilización de diferentes metodologías se procedió a relevar la fauna vertebrada en el área propuesta, con énfasis en detectar aquellas especies que están en alguna categoría de conservación. El desarrollo de la presente evaluación comprendió campañas en terreno, se seleccionaron puntos significativos, de observación y muestreo, donde se realizaron recorridos a pie para el reconocimiento de las diferentes áreas del proyecto.

Debido al grado de heterogeneidad ambiental que cubren los tramos lineales del proyecto, es posible diferenciar distintos tipos de ambientes o biotopos faunísticos a lo largo del trazado. De esta manera, se pueden observar desde áreas de ambiente de

monte con representación de flora nativa y con expresión de diferentes niveles altitudinales y materiales granulométricos también variables. Diferenciados de anteriores ambientes agrícolas y/o industriales que actualmente se encuentran con desarrollo de barrios privados, otros emprendimientos o abandonados.

Estas variables características, implicaron un muestreo estratificado de los grupos faunísticos, las estaciones/puntos establecidos cubrieron los ambientes representativos en términos faunísticos presentes en la zona de estudio. Estos ambientes pueden ser considerados como biotopos, es decir áreas de condiciones ambientales uniformes que proveen de recursos a una comunidad de especies animales determinada. La definición espacial de un biotopo corresponde a unidades de vegetación presentes, sin embargo, su escala de expresión responde a atributos ecológicos generales propios de cada ensamble o comunidad de especies.

Se realizaron diferentes viajes de reconocimiento a los puntos de la traza que serán impactados por la obra. Las unidades ambientales tomadas para el relevamiento de la fauna nativa han coincidido con las unidades de paisaje descriptas por los profesionales responsables en este trabajo en flora y vegetación y en paleontología. En cada unidad se prospectó la fauna presente, se tomaron datos de distribución de la fauna de acuerdo a los diferentes ambientes o unidades ecosistémicas y se registró la fauna evidenciada por su presencia y/o actividad (huellas, fecas, cuevas, nidos, etc.). Se realizó captura fotográfica de aquellos ejemplares faunísticos que pudieron ser avistados. Los datos obtenidos a partir del relevamiento de campo fueron comparados y se completaron con datos de la bibliografía de referencia y datos obtenidos por las autoras en trabajos de investigación anteriores. Para el trabajo de campo se usaron binoculares de 8 x 40 y de 12 x 50, un monocular con objetivo de 65 mm y Zoom de 16 a 48 aumentos y una cámara digital Nikon de 42x de Zoom óptico y GPSMAP 62 Garmin, para la georreferenciación de los puntos de muestreo.

www.epresanjuan.gob.ar

RESULTADOS DE RELEVAMIENTOS FAUNÍSTICO

El área de estudio, contemplada la traza propuesta (Imagen N° 1), presenta un alto grado de intervención antrópica por lo cual las comunidades vegetales naturales presentes están severamente intervenidas. El tipo de sedimento fino y compacto, con cobertura vegetal en parches, suelen ser aprovechados por cavadores del tipo de Lechucita de vizcacheras, que nidifican en el suelo, Teros, Tucos, conejitos de cerco, entre otros. Hay gran actividad de aves paseriformes y de aves carroñeras y rapaces. Además, los suelos sometidos a diferentes tipos de regadío artificial para uso agrícola, industrial, recreativo y paisajístico, se convierten en un atractivo importante para las aves, encontrándose en ocasiones aves acuáticas en estos sitios, aprovechando la presencia de charcos o agua empantanada.



Imagen Nº1. IMAGEN SATELITAL TRAZA PROPUESTA INTERCONEXIÓN ET SAN JUAN SUR – ET LA BEBIDA.

www.epesanjuan.

La fauna gracias a su particular posibilidad de desplazarse, se mueve con frecuencia pasando de un ambiente a otro. Aunque algunos mamíferos pequeños, sobre todo los de hábitos cavícolas y representantes de herpetofauna, son más conspicuos. Son las aves, las que con su capacidad de volar logran mayores desplazamientos. En este caso particular, puede observarse a determinadas horas del día el desplazamiento de importantes bandadas de aves. Realizando momentos de descanso en sus recorridos, se las ve con frecuencia apostadas en el tendido eléctrico que encuentren a su paso. Estos importantes desplazamientos están relacionados con la búsqueda de ambientes ricos en agua y de nutrientes, bajan en las zonas con regadío o se mueven hacia humedales cercanos, esta actividad significativa para el caso de aves, no se registra en otros grupos faunísticos, tal vez suceda con algunos grupos de mamíferos voladores (murciélagos) pero no hay evidencias de estos movimientos ya que los mismos se realizan en horarios crepusculares y nocturnos. Para el caso de la fauna de vertebrados de dimensiones pequeñas y/o medianos se ajustan a determinados tipos de ambientes realizando recorridos cortos en la búsqueda de alimentos por lo que están restringidas a sectores específicos de este ambiente desértico.

En estos ambientes desérticos, los grupos faunísticos muestran hábitos en su gran mayoría de tipo cavícola (cuevas, guaridas, nidos bajo tierra), movilizándose en horarios en los cuales la temperatura y el viento son menos agresivos y cuando pueden ocultarse mejor de sus predadores naturales. Así pueden ser individualizados grupos de mayor actividad en las primeras horas de la mañana y al crepúsculo (aves, mamíferos diurnos), otros se movilizan cuando el aporte térmico es adecuado para sus necesidades fisiológicas (reptiles, algunas aves carroñeras, granívoras y rapaces), también suelen encontrarse especies de hábitos nocturnos (mamíferos, otras aves rapaces, anfibios y algunos reptiles).

Se observan nidos de aves en arbustos altos y árboles, tanto en vegetación agrícola como en arbolado público, como así también en estructuras de los tendidos eléctricos existentes. En las zonas menos urbanizadas aumenta la presencia de aves rapaces y carroñeras de mayor envergadura.

Con respecto a las aves, entre las especies registradas, se puede destacar la presencia de *Myiopsitta monachus* (cotorras) a lo largo de todo el recorrido de la línea, anidando tanto en árboles y arbustos como en estructuras del tendido eléctrico (Imagen 2). De igual manera, las diferentes especies de palomas también son abundantes a lo largo de la traza y en zonas de influencia (Imagen 3). En la zona que abarca al departamento Sarmiento es muy importante la presencia de *Cyanoliseus patagonus* (loros barranqueros), los cuales se pueden observar solos posando en árboles o desplazándose en bandadas numerosas (Imagen 4). Además, se observan sobrevolando todo el recorrido de la traza especies de mayor envergadura como son. Entre las especies de rapaces observadas también se encuentran *Falco sparverius* (halconcito colorado) (Imagen 5) y *Milvago chimango* (chimango) (Imagen 6). En el caso de las aves de ambientes acuáticos, pueden observarse en grupos o solitarias mientras se desplazan de un humedal a otro.

La actividad de micromamíferos como *Microcavia sp.* (conejito del cerco, cuis) (Imagen 7) es importante tanto en la zona de emplazamiento de la ET San Juan Sur como en las zonas del piedemonte, en donde aprovechan el refugio de algarrobos, retamos y diversos arbustos de considerable tamaño para construir sus colonias. En los suelos donde el material granulométrico es más fino, se puede detectar la actividad de estos micromamíferos, evidenciada su presencia por cuevas, fecas y huellas (Imagen 8). En los sectores periféricos a las colonias de cuises y de Tucu-tuco, se observa gran cantidad de fecas, lo que determina su presencia. La actividad de *Lycalopex sp.* (zorro) es muy importante en estas zonas.

Entre las especies de reptiles que pueden encontrarse en el área están lagartos como *Homonota fasciata* (matuasto), de hábitos nocturnos, serpientes del género Philodryas (culebras), entre otros.

Las zonas donde aumenta la actividad agrícola, por el ambiente que proporciona, facilita la instalación de numerosos micromamíferos y mamíferos medianos, tanto de vida solitaria como coloniales. También proveen lugares adecuados para la presencia de anfibios, los cuales se benefician con las acequias y depósitos de agua para regadío.

www.epresanjuan.gob.ar



Imagen 2: *Myiopsitta monachus* (cotorra) y nido en postes de tendido eléctrico.



Imagen 3: *Zenaida auriculata* (torcaza) en postes del predio de la ET San Juan Sur.



Imagen 4: Ejemplares de *Cyanoliseus patagonus* (loro barranquero) en inmediaciones de ET San Juan Sur.



Imagen 5: Ejemplar de *Falco sparverius* (halconcito colorado) en árbol.



Imagen 6: Ejemplar de *Milvago chimango* (chimango - ibiña) en poste en inmediaciones de la ET San Juan Sur.



Imagen 7: *Microcavia sp.* (cuis, conejito del cerco) en bordes de huellas en zonas de influencia del tendido eléctrico.



Imagen 8: Cuevas de micromamíferos.

RELEVAMIENTO DE ANFIBIOS, REPTILES, AVES Y MAMIFEROS

Las especies se presentan dentro de Órdenes y Familias, para anfibios y reptiles se siguió la nomenclatura usada por la Asociación Herpetológica Argentina en la Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina (2012). Para mamíferos se siguió la taxonomía y nomenclatura utilizada en la categorización realizada por Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (eds.) (2019). La identificación y determinación de aves se llevó a cabo utilizando la Guía para la identificación de aves de Narosky e Yzurieta (2010) y Birds of the High Andes de Fjeldsa & Krabbe (1990), para la confección de la tabla se utilizó la nomenclatura utilizada en la categorización realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Aves Argentinas (2017).

A partir de los resultados obtenidos de viajes de reconocimiento, muestreos e información bibliográfica, se elaboraron las siguientes tablas faunísticas con las especies presentes y/o potencialmente presentes para el área de interés.

Las categorías de conservación seguidas para caracterizar las especies registradas en los muestreos de campo y en la revisión bibliográfica son las establecidas en Argentina por las Asociaciones/Sociedades específicas y ambiente de Nación:

- Para mamíferos se siguió la categorización realizada por Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (eds.) (2019).

www.epresanjuan.gob.ar

- Para Aves, se utilizó la categorización realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Aves Argentinas (2017).
- Para reptiles y anfibios se consideraron las categorías de conservación utilizadas por la AHA (Asociación Herpetológica Argentina) (2012).

ANFIBIOS

En la Tabla 1 se presenta el listado de anfibios. Se registró 1 Orden, con 3 Familias y 3 Especies.

Tabla 1: Listado de anfibios registrados y potencialmente presentes en el área de estudio y categoría de conservación que poseen.

AHA: NA: No amenazada.

Especies	**Nombre vulgar**	**Categoría de conservación AHA**
Orden ANURA **Familia Bufonidae**		
1. *Rhinella arenarum*	Sapo común	NA
Familia Leptodactylidae		
2. *Leptodactylus latrans*	Rana criolla	NA
Cerathophryidae		
3. *Chacophrys pierottii*	Escuerzo	NA

REPTILES

En la Tabla 2 se presenta el listado de lagartos y ofidios. Se registraron 2 Órdenes, con 5 Familias y 12 Especies.

Tabla 2: Listado de reptiles registrados y potencialmente presentes en el área de estudio y categorías de conservación que poseen.

AHA: NA: No amenazada.

Especies	**Nombre vulgar**	**Categoría de conservación AHA**
Orden SQUAMATA **Familia Liolaemidae**		
1. *Liolaemus darwinii*	Chelco	NA

www.epresanjuan.gob.ar

2. *Liolaemus cuyanus*	Lagartija cuyana	NA
Familia Teiidae		
3. *Teius teyou*	Lagartija verde	NA
Familia Phyllodactylidae		
4. *Homonota fasciata*	Matuasto	NA
5. *Homonota borelli*	Matuasto	NA
6. *Homonota underwodi*	Matuasto	NA
Orden SERPENTES **Familia Dipsadidae**		
7. *Philodryas trilineata*	Culebra conejera	NA
8. *Philodryas psammophideus*	Culebra arenera	NA
9. *Xenodon merremi*	Falsa yarará	NA
10. *Xenodon semicinctus*	Falsa coral	NA
Familia Viperidae		
11. *Bothrops ammodytoides*	Yarará ñata	NA
12. *Bothrops diporus*	Yarará chica	NA

www.epresanjuan.gob.ar

MAMÍFEROS

En la Tabal 3 se presenta el listado de mamíferos. Se registraron 6 Órdenes, con 14 Familias y 23 Especies.

Tabla 3: Listado de mamíferos observados y potencialmente presentes en el área de estudio y categorías de conservación que poseen. *Especie exótica.

SAyDS - SAREM: LC: Preocupación menor; **NT:** Casi amenazado.

Especies	Nombre Vulgar	Categoría de conservación SAyDS - SAREM
Orden DIDELPHIMORPHIA **Familia Didelphidae**		
1. *Thylamys pallidior*	Comadrejita común – Marmosa pálida	LC
2. *Didelphis albiventris*	Comadreja overa	LC
Orden CARNIVORA **Familia Canidae**		

3. *Lycalopex gymnocercus*	Zorro gris	LC
4. *Lycalopex culpaeus*	Zorro colorado	LC
Familia Felidae		
5. *Puma concolor*	Puma	LC
Familia Mephitidae		
6. *Conepatus chinga*	Zorrino común	LC
Familia Mustelidae		
7. *Galictis cuja*	Hurón menor	LC
8. *Lyncodon patagonicus*	Huroncito	NT
Orden CINGULATA **Familia Chlamyphoridae**		
9. *Chaetophractus vellerosus*	Peludo – Piche – Quirquincho chico	LC
10. *Chaetophractus villosus*	Peludo – Quirquincho	LC
Orden CHIROPTERA **Familia Molossidae**		
11. *Tadarida brasiliensis*	Moloso común	LC
Familia Vespertilionidae		
12. *Histiotus macrotus*	Murciélago orejón grande	LC
13. *Lasiurus blossevillii*	Murciélago escarchado chico	LC
Orden RODENTIA **Familia Ctenomydae**		
14. *Ctenomys mendocinus*	Tuco tuco – Animal oculto	LC
Familia Cricetidae		
15. *Phyllotis xantophygus*	Pericote	LC
16. *Graomys griseoflavus*	Rata orejuda común	LC
17. *Eligmodontia moreni*	Laucha colilarga	LC
Familia Caviidae		
18. *Galea leucoblephara*	Cuis común	LC
19. *Microcavia australis*	Cuis chico – Conejito de cerco	LC

www.eprosanjuan.gob.ar

20. *Microcavia maenas*	Cuis chico	LC
Familia Octodontidae		
21. *Tympanoctomys barrerae*	Rata vizcacha colorada – Salinera	NT
Familia Echimyidae		
22. *Myocastor coypus*	Nutria	LC
Orden LAGOMORPHA **Familia Leporidae**		
23. *Lepus europaeus*[*]	Liebre europea	---

AVES

En la Tabla 4 se presenta el listado de aves. Se registraron 19 Órdenes, con 38 Familias y 154 Especies.

Tabla 5: Listado de aves observadas y potencialmente presentes en el área de estudio y categorías de conservación que poseen.

MAyDS-AA. **EN**: En peligro. **AM**: Amenazada. **VU**: Vulnerable. **NA**: No amenazada. **IN**: Introducida.

Especies	Nombre vulgar	Categoría de conservación MAyDS - AA
Orden TINAMIFORMES **Familia Tinamidae**		
1. *Eudromia elegans*	Martineta común	NA
2. *Nothoprocta ornata*	Inambú serrano	NA
3. *Nothoprocta pentlandii*	Inambú silbón	NA
4. *Nothura maculosa*	Inambu común	NA
Orden PODICIPEDIFORMES **Familia Podicipedidae**		
5. *Rollandia rolland*	Macá común	NA
6. *Podilymbus podiceps*	Macá pico grueso	NA
7. *Podiceps major*	Macá grande	NA
Orden SULIFORMES **Familia Phalacrocoracidae**		

www.epr.sanjuan.gob.ar

8. *Phalacrocorax brasilianus*	Biguá - Cormoran	NA
Orden PELECANIFORMES **Familia Threskiornithidae**		
9. *Phimosus infuscatus*	*Cuervillo Cara Pelada*	NA
10. *Plegadis chií*	Cuervillo de cañada	NA
11. *Platalea ajaja*	Espátula Rosada	NA
Familia Ardeidae		
12. *Ardea alba*	Garza blanca	NA
13. *Ardea cocoi*	Garza mora	NA
14. *Egretta thula*	Garcita blanca	NA
15. *Bubulcus ibis*	Garcita bueyera	NA
16. *Nycticorax nycticorax*	Garza bruja	NA
17. *Butorides striata*	Garcita azulada	NA
Orden CICONIIFORMES **Familia Ciconiidae**		
18. *Ciconia maguari*	Cigüeña americana	NA
Orden CATHARTIFORMES **Familia Cathartidae**		
19. *Vultur gryphus*	Cóndor andino	AM
20. *Cathartes aura*	Jote cabeza colorada	NA
21. *Coragyps atratus*	Jote cabeza negra	NA
Orden ANSERIFORMES **Familia Anatidae**		
22. *Anas sibilatrix*	Pato overo	NA
23. *Lophonetta specularioides*	Pato crestón	NA
24. *Anas bahamensis*	Pato gargantilla	NA
25. *Anas georgica*	Pato maicero	NA
26. *Anas flavirostris*	Pato barcino	NA
27. *Anas platalea*	Pato cuchara	NA
28. *Anas cyanoptera*	Pato colorado	NA
29. *Anas versicolor*	Pato capuchino	NA

www.epresanjuan.gob.ar

30. *Netta peposaca*	Pato picazo	NA
31. *Heteronetta atricapilla*	Pato cabeza negra	NA
32. *Oxyura jamaicensis*	Pato zambullidor grande	VU
33. *Oxyura vittata*	Pato zambullidor chico	NA
34. *Dendrocygna viduata*	Sirirí pampa	NA
Orden ACCIPITRIFORMES **Familia Accipitridae**		
35. *Geranoaetus melanoleucus*	Águila mora	NA
36. *Elanus leucurus*	Milano blanco	NA
37. *Buteogallus coronatus*	Águila coronada	EN
38. *Circus cinereus*	Gavilán ceniciento	NA
39. *Geranoaetus polyosoma*	Aguilucho común	NA
40. *Parabuteo unicinctus*	Gavilán mixto	NA
41. *Rupornis magnirostris*	Taguató Común	NA
Orden FALCONIFORMES **Familia Falconidae**		
42. *Caracara plancus*	Carancho	NA
43. *Milvago chimango*	Chimango –Ibiña	NA
44. *Falco peregrinus*	Halcón peregrino	NA
45. *Falco femoralis*	Halcón plomizo	NA
46. *Falco sparverius*	Halconcito colorado	NA
47. *Spiziapteryx circumcinctus*	Halconcito gris	VU
Orden GRUIFORMES **Familia Rallidae**		
48. *Fulica armillata*	Gallareta ligas rojas	NA
49. *Fulica leucoptera*	Gallareta chica	NA
50. *Fulica rufifrons*	Gallareta escudete rojo	NA
Orden CHARADRIIFORMES **Familia Charadriidae**		
51. *Vanellus chilensis*	Tero común	NA

www.epresanjuan.gob.ar

Familia Rostratulidae		
52. *Nycticryphes semicollaris*	Aguatero	NA
Familia Recurvirostridae		
53. *Himantopus mexicanus*	Tero real	NA
Familia Laridae		
54. *Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina	NA
55. *Leucophaeus pipixcan*	Gaviota chica	NA
Familia: Rynchopidae		
56. *Rynchops niger*	Rayador	NA
Orden COLUMBIFORMES **Familia Columbidae**		
57. *Zenaida auriculata*	Torcaza	NA
58. *Zenaida meloda*	Torcaza alas blancas	NA
59. *Columba livia*	Paloma doméstica	IN
60. *Patagioenas maculosa*	Paloma manchada	NA
61. *Columbina picui*	Torcacita	NA
62. *Claravis pretiosa*	Palomita azulada	NA
Orden PSITTACIFORMES **Familia Psittacidae**		
63. *Cyanoliseus patagonus*	Loro barranquero	AM
64. *Psilopsiagon aymara*	Catita serrana grande	NA
65. *Psilopsiagon aurifrons*	Catita serrana chica	NA
66. *Myiopsitta monachus*	Cotorra	NA
Orden CUCULIFORMES **Familia Cuculidae**		
67. *Guira guira*	Pirincho – Urraca	NA
Orden STRIGIFORMES **Familia Tytonidae**		
68. *Tyto alba*	Lechuza de campanario	NA
Familia Strigidae		

www.epresanjuan.gob.ar

69. *Bubo virginianus*	Ñacurutú	NA
70. *Asio flammeus*	Lechuzón de campo	VU
71. *Athene cunicularia*	Lechucita vizcachera	NA
Orden CAPRIMULGIFORMES **Familia Caprimulgidae**		
72. *Systellura longirostris*	Atajacaminos ñañarca	NA
Orden APODIFORMES **Familia Apodidae**		
73. *Streptoprocne zonaris*	Vencejo de collar	NA
74. *Aeronautes andecolus*	Vencejo serrano - Vencejo chico	NA
Familia Trochilidae		
75. *Sappho parganura*	Picaflor cometa	NA
76. *Chlorostilbon lucidius*	Picaflor común	NA
77. *Oreotrochilus leucopleurus*	Picaflor andino	NA
Orden PICIFORMES **Familia Picidae**		
78. *Colaptes campestris*	Carpintero campestre	NA
79. *Colaptes melanochloros*	Carpintero real	NA
Orden PASSERIFORMES **Familia Furnariidae**		
80. *Geositta rufipennis*	Caminera colorada	NA
81. *Geositta isabellina*	Caminera grande	NA
82. *Geositta cunicularia*	Caminera común	NA
83. *Upucerthia validirostris*	Bandurrita andina	NA
84. *Upucerthia dumetaria*	Bandurrita común	NA
85. *Ochetorhynchus ruficaudus*	Bandurrita pico recto	NA
86. *Cinclodes atacamensis*	Remolinera castaña	NA
87. *Cinclodes fuscus*	Remolinera común	NA

www.epresanjuan.gob.ar

88. *Furnarius rufus*	Hornero	NA
89. *Asthenes pyrrholeuca*	Canastero coludo	NA
90. *Pseudasthenes steinbachi*	Canastero castaño	NA
91. *Asthenes baeri*	Canastero castaño	NA
92. *Asthenes dorbignyi*	Canastero rojizo	NA
93. *Asthenes modesta*	Canastero pálido	NA
94. *Leptasthenura fuliginiceps*	Coludito canela	NA
95. *Leptasthenura aegithaloides*	Coludito cola negra	NA
96. *Leptasthenura platensis*	Coludito copetón	NA
97. *Pseudoseisura lophotes*	Cachalote castaño	NA
98. *Pseudoseisura gutturalis*	Cachalote pardo	NA
Familia Cotingidae		
99. *Phytotoma rutila*	Cortarrama	NA
Familia Tyrannidae		
100. *Camptostoma obsoletum*	Piojito silbón	NA
101. *Elaenia albiceps*	Fiofío silbón	NA
102. *Elaenia parvirostris*	Fiofío pico corto	NA
103. *Agriornis montanus*	Gaucho serrano	NA
104. *Muscisaxicola rufivertex*	Dormilona gris	NA
105. *Muscisaxicola albilora*	Dormilona ceja blanca	NA
106. *Muscisaxicola flavinucha*	Dormilona fraile	NA
107. *Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	NA
108. *Lessonia rufa*	Sobrepuesto	NA
109. *Hymenops perspicillatus*	Pico de plata	NA
110. *Knipolegus aterrimus*	Viudita común	NA
111. *Machetornis rixosa*	Picabuey	NA
112. *Pitangus sulphuratus*	Benteveo común – Pitojuan	NA
113. *Tyrannus melancholicus*	Suirirí real	NA
114. *Tyrannus savana*	Tijereta	NA
115. *Pyrocephalus rubinus*	Churrinche	NA
116. *Serpophaga subcristata*	Piojito común	NA

www.eoresanjuan.gob.ar

Familia Hirundinidae		
117. *Progne elegans*	Golondrina negra	NA
118. *Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina barranquera	NA
Familia Troglodytidae		
119. *Troglodytes aedon*	Ratona común – Pititorra	NA
120. *Cistothorus platensis*	Ratona aperdizada	NA
Familia Mimidae		
121. *Mimus patagonicus*	Calandria mora	NA
122. *Mimus triurus*	Calandria real	NA
123. *Mimus saturninus*	Calandria grande	NA
Familia Turdidae		
124. *Turdus amaurochalinus*	Zorzal chalchalero – Zorzal gato	NA
125. *Turdus chiguanco*	Zorzal chiguanco	NA
Familia Thraupidae		
126. *Pipraeidea bonariensis*	Naranjero	NA
127. *Thraupis sayaca*	Celestino	NA
128. *Tersina viridis*	Tersina	NA
129. *Phrygilus gayi*	Comesebo andino – boquense	NA
130. *Phrygilus plebejus*	Yal chico	NA
131. *Phrygilus unicolor*	Yal plomizo	NA
132. *Phrygilus carbonarius*	Yal carbonero	NA
133. *Phrygilus fruticeti*	Yal negro	NA
134. *Poospiza hipochondria*	Monterita pecho gris	NA
135. *Poospiza ornata*	Monterita canela	NA
136. *Poospiza torquata*	Monterita de collar	NA
137. *Embernagra platensis*	Verdón	NA
138. *Sicalis auriventris*	Jilguero grande	NA
139. *Sicalis luteola*	Jilguero Misto	NA
140. *Sicalis olivascens*	Jilguero oliváceo	NA

www.epresanjuan.gob.ar

141. *Sicalis flaveola*	Jilguero dorado	NA
142. *Catamenia analis*	Piquito de oro común	NA
143. *Sporophila caerulescens*	Corbatita común	NA
144. *Diuca diuca*	Diuca	NA
Familia Emberizidae		
145. *Zonotrichia capensis*	Chingolo	NA
Familia Fringillidae		
146. *Sporagra atrata*	Negrillo	NA
147. *Sporagra magellanica*	Cabecitanegra común	NA
148. *Sporagra crassirostris*	Cabecitanegra picudo	NA
149. *Sporagra uropygialis*	Cabecitanegra andino	NA
Familia Icteridae		
150. *Molothrus bonariensis*	Tordo renegrido	NA
151. *Agelaioides badius*	Tordo músico	NA
152. *Sturnella loyca*	Loyca	NA
Familia Passeridae		
153. *Passer domesticus*	Gorrión	IN
Familia: Sturnidae		
154. *Sturnus vulgaris*	*Estornino Pinto*	IN

www.epresanjuan.gob.ar

RECOMENDACIONES

La electricidad es un bien energético de primera necesidad en nuestra sociedad. Al contrario de otras fuentes de energía (gas, petróleo, carbón) esta no puede almacenarse en grandes cantidades. Por ello, es necesario establecer un permanente equilibrio entre generación y consumo. Con esa finalidad hay que trasladarla desde el punto de producción al de consumo mediante un adecuado y complejo sistema de redes de transporte y de distribución de la electricidad. Las empresas eléctricas han optado por un sistema de transporte y distribución fundamentalmente aéreo de la principal red de energía que transcurre por suelo no urbanizable. Únicamente, en las áreas urbanas la planificación urbanística ha ido imponiendo la necesidad de canalizar de manera subterránea las redes de energía.

Los principales criterios seguidos para elegir un modelo de transporte y distribución se han basado en el cumplimiento de las normas que regulan el sector eléctrico. La existencia de redes de transporte y distribución de energía eléctrica próxima a núcleos urbanos residenciales genera normalmente preocupación a los vecinos de las inmediaciones.

IMPACTOS SOBRE LA FAUNA

Algunas áreas del tendido poseen ya un considerable impacto antrópico, otras no. Sin embargo es importante considerar que en la fase de construcción se producirá una disminución de la superficie de los espacios no ocupados antes por el hombre, y considerados hábitats faunísticos, por la preparación del terreno. Se hará remoción de suelos y de vegetación usada como refugio y alimento por la fauna nativa. Los matorrales del desierto sirven de refugio a reptiles, anfibios y micromamíferos que, a su vez, sirven de alimento a diversas especies de aves y mamíferos de mayores dimensiones. El trazado de la línea eléctrica atraviesa matorrales. Si bien para los mamíferos se trata de un medio pobre, a menudo presentan una comunidad herpetológica realmente variada. La comunidad ornitológica presenta algunas especies propias de espacios abiertos, no muy frecuentes en otros lugares próximos. Por otra parte, las actuaciones derivadas de la construcción podrían ocasionar una alteración de los hábitats por modificaciones y cambios de las condiciones ambientales. Se sabe que el trasiego de maquinaria, creación de caminos, los ruidos y la emisión de partículas de polvo a la atmósfera, suponen en su conjunto un impacto significativo en los hábitats, aunque no suponen su eliminación directa. El perímetro de afección depende de la especie que se estudie, del número de apoyos instalados, del contexto ecológico del ámbito y de las características propias de cada emplazamiento (vegetación, topografía, etc.). Dadas la escasa entidad de las obras asociadas a esta infraestructura, la poca superficie afectada y la localización de esas zonas de afección, el impacto se considera compatible. El incremento de vehículos, la emisión de ruidos asociados a las labores de construcción, etc. producirán una alteración en el comportamiento que provocará un desplazamiento de los ejemplares a las áreas cercanas; de todas formas, será un efecto temporal que desaparecerá una vez acabadas las obras. La época más sensible a este impacto es la de cría y será de mayor magnitud para las especies más sensibles. Como consecuencia de la creación de accesos y la excavación de las cimentaciones, se provocará una eliminación directa de ejemplares que afectará fundamentalmente ejemplares herpetológicos y micromamíferos. Dado el escaso volumen de movimiento de tierras, se considera un impacto compatible.

Consideraciones en Fase de Funcionamiento respecto al Impacto sobre la Avifauna por Electrocución. En este sentido se deberán establecer medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas propuestas. Esto se debe a que, en la fase de funcionamiento de una línea eléctrica, uno de los impactos más importante a considerar sobre la fauna, y en concreto sobre la avifauna, es la muerte de aves por la colisión de éstas. La colisión tiene lugar porque las aves en vuelo no ven los cables, o no los detectan a tiempo, o bien porque no los identifican como obstáculos insalvables. **El riesgo de colisión contra los tendidos eléctricos no es constante, sin embargo hay registros de casos aislados y no han sido medidos ni planificados estudios de seguimiento y monitoreo de tendidos eléctricos relacionados**

www.epresanjuan.gob.ar

con mortalidad de aves en la provincia de San Juan, por lo que se aconseja la planificación y puesta en marcha de estos estudios por parte de profesionales ornitólogos.

Para los mismos se analizan los siguientes **aspectos que deberán ser tenidos en cuenta para la AVIFAUNA** en general**:**

Los tendidos eléctricos generalmente interactúan con las aves en forma innocua e incluso beneficiosa para algunas especies al servir de perchas o como estructuras de nidificación en áreas donde escasean en forma natural, sin embargo esa interacción también puede ser muy negativa para ambos. Por una parte las compañías eléctricas pueden sufrir el deterioro de su infraestructura o fallas en el suministro de electricidad al dañarse los tendidos, generarse cortocircuitos o incendios al incendiarse el plumaje producto de un arco voltaico. Por otra parte, las líneas de transmisión constituyen un obstáculo dentro del hábitat ya que impiden el libre desplazamiento y no siempre son claramente visibles, lo que provoca colisiones que generalmente se traducen en la muerte del animal. A esto se suma la electrocución de individuos que, al posarse en las líneas o postes, hacen contacto con dos puntos con diferencias de conducción eléctrica. Debido a que las plumas secas proveen de aislamiento, la mayoría de las electrocuciones se producen por contacto simultáneo de piel y piel con dos conductores o entre un cable y un contacto a tierra. Conductas de cortejo, en que las aves despliegan sus plumajes como exhibición desde apoyos visibles, o disputas territoriales hacen a las aves más susceptibles a la electrocución. Según algunos autores el número de especies susceptibles a colisiones es superior al de aquellas vulnerables a electrocución, debido a que cualquier ave es susceptible de colisionar pero no todas utilizan las líneas y torres para posarse (Negro & Ferrer, 1995, citado en CEDREM 2004). En un estudio realizado en 1986 en Extremadura, España, destinado a evaluar el impacto Cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*) muerto por colisión con línea de distribución que bordea al tranque los Molles, V Región. es más fácil detectar restos de aves muertas por electrocución, los que generalmente se encuentran debajo de las líneas de electricidad, que aquellos resultantes por colisión, los que pueden encontrarse a más de un kilómetro de distancia del punto de choque (Hernández S., 2007). Similar situación podría estar ocurriendo con las aves grandes respecto de las pequeñas; comúnmente se pensaba que sólo aves grandes se electrocutaban o colisionaban con los tendidos eléctricos, estudios recientes han mostrado que especies pequeñas también sufrirían las mismas consecuencias, sin embargo detectar sus restos es muchísimo más difícil. Un estudio sobre remoción de cadáveres de aves realizado en Colorado y Wyoming, arrojó que cadáveres de aves pequeñas eran removidos dentro de 24 a 48 horas, por el contrario los cadáveres de grandes rapaces duraban más de dos meses (APLIC, 2006). En Chile hay antecedentes de la ocurrencia del problema pero por falta de estudios específicos se desconoce su magnitud. Han sido reportados varios casos de águilas, cisnes, garzas, cóndores y otras aves muertas o heridas por colisionar con las líneas de electricidad.

La ocurrencia de electrocución está más relacionada con el diseño del tendido y con líneas de distribución, debido a la menor distancia entre los puntos energizados, y afecta principalmente a aves rapaces (águilas, lechuzas, etc.). A diferencia, la incidencia de colisión está más relacionada con los factores ambientales, es decir se vincula estrechamente con el trazado, ocurre tanto en líneas de distribución como de

www.prensasanjuan.gob.ar

transmisión y afecta a todo tipo de especies (aunque hay algunas especies como patos, gansos y cóndores más susceptibles) (Valenzuela, P. 2009).

Cualquier ave voladora puede sufrir accidentes por colisión. La probabilidad de colisión depende fundamentalmente de las costumbres y del tipo de vuelo del ave. Las especies más propensas a sufrir accidentes de colisión son aquellas que presentan un elevado peso corporal pero una escasa envergadura alar, lo que se traduce en un vuelo de características pesadas con escasa capacidad de maniobra, tales como las anátidas, algunas zancudas (Garzas, Cuervillos, etc.) y buitres. Asimismo, el comportamiento gregario y la formación de grandes concentraciones de ejemplares aumentan el riesgo de colisión.

Las líneas eléctricas, son potencialmente peligrosas. Los hábitats donde la incidencia potencial de la colisión es mayor son aquellos que sustentan elevadas densidades de aves propensas a este tipo de accidente. En concreto, son considerados hábitats de elevada peligrosidad potencial las zonas húmedas (frecuentadas por anátidas y zancudas), las estepas y áreas cerealistas extensivas con presencia de aves esteparias, rapaces y aves necrófagas, las dehesas frecuentadas en invierno por las grullas y, en general, los vertederos y otros puntos de acumulación de aves (Fernández y Azkona, 2002).

Por último cabe mencionar las condiciones de visibilidad, puesto que la mayor parte de los accidentes se producen en condiciones de escasa visibilidad, durante la noche, al alba, en áreas de concentración de aves y al atardecer o en días de niebla (Fernández y Azkona, 2002).Durante el día, la mayor parte de las colisiones se producen cuando las aves huyen descontroladas por algún motivo y no llegan a ver los conductores o el cable de tierra que es el de menor diámetro. En la zona de estudio, las condiciones climáticas hacen poco probables los accidentes por niebla o lluvia ya que son poco frecuentes (99 mm anuales) lo que puede suponer aumento del riesgo de colisión es el sector que incluye cordones montañosos. Finalmente se indica que para los quirópteros no se ha descrito como un riesgo las pérdidas de ejemplares por colisión con tendidos eléctricos, que parecen ser evitables sin problemas por los murciélagos en sus vuelos. De igual manera y el hecho de no existir registros de estos accidentes, no quiere decir que no existan, se sugiere un plan adecuado de seguimiento y monitoreo de los tendidos eléctricos, a cargo de profesionales especializados. Adicionalmente, la presencia de una línea de 132 kV, también produce una alteración del comportamiento de la fauna al incorporar un elemento de distorsión del hábitat que puede alterar las rutinas de desplazamiento de los individuos y modificar el uso del espacio en sus principales zonas de campeo. No obstante, estos efectos tienden a disminuir o desaparecer con el tiempo, a medida que la población de fauna local se adapta a la nueva situación.

Otro hecho que puede darse es la nidificación de algunos grupos sobre los apoyos de las redes eléctricas (Loros, Cotorras, Jotes, águilas, Aguiluchos, Garzas, Horneros, entre otras). Las consecuencias de esta conducta de hecho es negativa. Se sugiere un seguimiento y monitoreo de la obra de tendido eléctrico con el fin de puntualizar la posibilidad de estos registros y acordar las medidas a incorporar en beneficio de los grupos de aves y del tendido eléctrico.

Las especies de aves rapaces y carroñeras han sido descritas como particularmente sensible a los proyecto de líneas de transmisión eléctrica (Lehman *et al.,* 2007), aunque

www.epresanjuan.gob.ar

la falta de evaluaciones cuantitativas adecuadas no permiten confirmar de todo estos efectos negativos en la viabilidad de las poblaciones. Las principales causas de mortalidad están asociadas a colisiones y electrocuciones (contacto con dos conductores [cables energizados] simultáneamente). Para reducir estas fuentes de mortalidad, se proponen las siguientes medidas:

- Reducir la probabilidad de que los individuos usen las estructuras de las torres como perchas, por medio de estructuras que impidan que las aves se posen en las torres.
- Establecer un monitoreo en torres donde no se puedan implementar estas estructuras.
- Establecer una distancia mínima de 4m entre conductores, de manera de prevenir dobles contactos por parte de especies de mayor tamaño alar tales como cóndores o águilas.
- Eliminar la presencia de animales muertos que puedan servir de carroña, y así atraer especies tales como cóndores. Esto podría requerir la implementación de un monitoreo permanente en tramos específicos de la línea de transmisión donde la frecuencia de encontrar animales muertos sea mayor.
- Debido a que el largo del vano también es un factor determinante (los choques ocurren en los tres quintos centrales de cada tramo, puesto que los cables son más visibles cerca de las torres), se propone evaluar la reducción de la distancia entre cada torre, especialmente en zonas donde existan quebradas.
- Por último, cabe señalar que las aves chocan más frecuentemente con el cable de guardia, debido a que usualmente posee menor diámetro que los conductores y por tanto, es menos visible. De ser posible, se sugiere aumentar el diámetro de este cable.

Debido a que las colisiones son más frecuentes en líneas emplazadas en sitios con altas concentraciones de aves, como humedales, dormideros o áreas de alimentación y en filos de montaña, se deben colocar la mayor cantidad de disipadores o elementos visuales en estas secciones de la línea de transmisión.

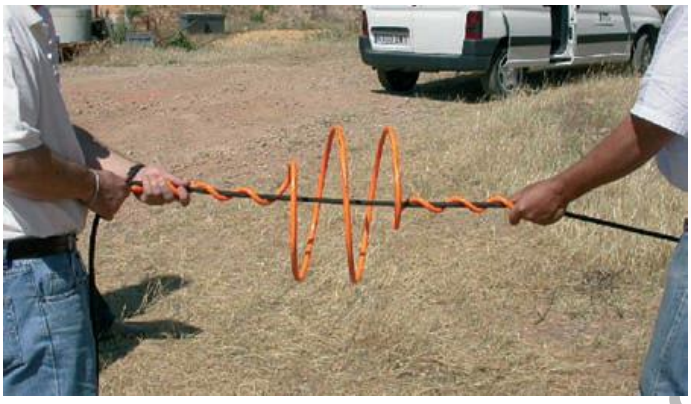
Se destacan algunas recomendaciones tomadas de la bibliografía e interesantes de ser tenidas en cuenta para evitar problemas de colisión o electrocución en aves.

Además de un trazado adecuado, pueden ser necesarias otras medidas para evitarla colisión de aves. Entre ellas está el balizamiento de los conductores en líneas eléctricas aéreas con conductor desnudo, *[…] Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra. Si estos últimos no existieran, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salva pájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada10 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su caso, en los conductores). La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En aquellos tramos más peligrosos*

www.epresanjuan.gob.ar

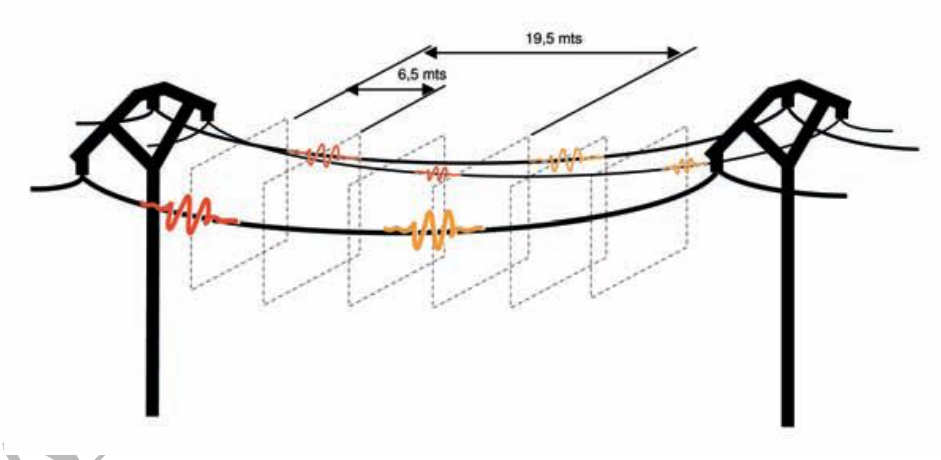
*debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias. […]*Patrimonio natural y líneas eléctricas en la Región de Murcia, España.

Entre los diferentes tipos de balizas salvapájaros disponibles, las espirales de polipropileno de 30 cm de diámetro y 1metro de longitud, de color naranja o blanco, y las tiras negras de neopreno de 5 x35 cm cruzadas y sujetas por una grapa de poliuretano con cintas luminiscentes son las que mejores resultados han proporcionado por lo que se recomienda su uso (Imágenes ilustrativas a continuación).

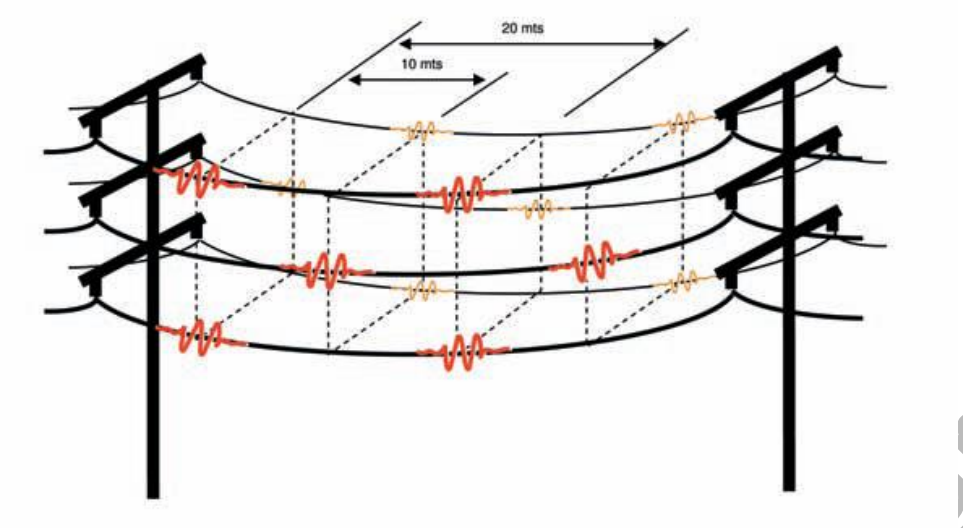




Señalizadores visuales anticolisión recomendados en Murcia España.



Ejemplo de colocación de elementos anticolisión en circuito simple



Ejemplo de balizamiento para doble circuito. En triple o cuádruple circuito, se propone el balizamiento al menos de los dos circuitos laterales tal y como se indica en la figura.

Se puede concluir que, en el caso del tendido eléctrico analizado y en relación al mismo existen ya líneas eléctricas de mayor antigüedad en las inmediaciones, de forma que la fauna ya podría estar acostumbrada a la presencia de este tipo de infraestructuras. Sin embargo, no existen en la provincia planes reales de monitoreo de tendidos eléctricos. En relación a este impacto, su magnitud aumenta para las especies de mayor interés o mayor envergadura. Por lo que se sugiere como aspecto relevante el contemplar un monitoreo del tendido eléctrico que se planifica, así como el de los anteriores, con profesionales ornitólogos, así como la incorporación paulatina de las recomendaciones sugeridas, para evitar coaliciones y electrocuciones en aves.

www.epresanjuan.gob.ar

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, J.C. y F. MURÚA, 2002. Estatus de conservación de la avifauna del Parque Natural Ischigualasto, San Juan, Argentina. Nótulas Faunísticas (segunda serie), Buenos Aires, 9:1-7.
- ACOSTA, J.C., G.M.BLANCO, R. GÓMEZ ALÉS, R. ACOSTA, L. PIAGGIO KOKOT, A.E. VICTORICA, H.J. VILLAVICENCIO, y G.A. FAVA. 2018. Los Reptiles de San Juan. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- ANDERSON, D. R., J. I. LAAKE, B. R. CRAIN & K. P. BURNHAM. 1976.- Guidelines for lines transect sampling of biological populations. Utah Cooperative Wildlife Research Unit. Utah State Univ., Logan, 27 pp + Illus.
- ASOCIACIÓN HERPETOLÓGICA ARGENTINA. 2012. Categorización del estado de conservación de la herpetofauna de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 26 (supl. 1), 414 pp.

- BARRIO, C. L. 1998.- Sistemática y biogeografía de los anfibios (Amphibia) de Venezuela. Acta Biológica Venezuelica, 18(2): 1-93.
- BEVANGER, K (1998). Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. Biological Conservation 86: 67-76.
- BORGHI CE, C.M. CAMPOS, N. ORTUÑO, V. BENINATO, N. ANDINO, V. CAMPOS, C. DE LOS RIOS, F. CAPPA, S.M. GIANNONI. 2010. Efeitos indiretos sobre a fauna do corredor bioceánico central em uma área protegida do deserto do Monte: P. P. Ischigualasto. Road Ecology Brazil 2010
- CABRERA, A. y A. WILLINK, 1980. Biogeografía de América Latina. O.E.A., Serie de Biología 13, 122 p.
- CABRERA, Á.L. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. En Kugler, W.F. (Ed.) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2da edición. 1ra reimpresión. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1, págs. 1-85
- CAILLY-ARNULPHI, V.; S.G. ORTIZ y C.E. BORGHI. Características poblacionales del cóndor andino (*vultur gryphus*) en el Parque Natural Provincial Ischigualasto, Argentina. Ornitologia Neotropical 24: 1–X, 2013
- CEI, J.M. (1986): Reptiles del Centro, Centro-Oeste y Sur de la Argentina. Herpetofauna de las Zonas Áridas y Semiáridas. Torino, Italy: Museo Regionale di Scienze Naturali.
- CEI, J.M., 1980. Amphibians of Argentina. Mon. Zool. Ital., Monografie2:1-609.
- CEI, J.M., 1986. Reptiles del centro, centro-oeste y sur de Argentina. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino, Monografie4:1-527.
- DÍAZ G. y R. OJEDA (Compiladores), 2000. La Categorización de los Mamíferos de Argentina. En: Libro Rojo. Mamíferos y Aves Amenazados de la Argentina. Fucema. 221 pág.
- ERIZE, F.; M. CANEVARI; P. CANEVARI, G. COSTA y M. RUMBOLL. 1981. Los Parques Nacionales de la Argentina y otras de sus áreas naturales. ICI-INCAFO. Madrid, 224 pp.
- FAVA G.A. y J.C. ACOSTA. 2016. Abundancia y diversidad de aves en ambientes con diferente grado de perturbación en el monte de Argentina. Ornitología Neotropical, 27: 307–316.
- FERNÁNDEZ J., R. OJEDA, R. FRAGA, G. DÍAZ y R. BAIGÚN. Libro rojo de mamíferos y aves amenazados de la Argentina. FUCEMA y Administración de Parques Nacionales. Buenos Aires, Argentina. 221 pp.
- FERNÁNDEZ, C. y P. AZKONA. 2002. Tendidos eléctricos y Medio Ambiente en Navarra. Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Navarra.
- FERRER, MIGUEL. 2012. Aves y tendidos eléctricos del conflicto a la solución. Primera Edición ENDESA S.A. y Fundación Migres. Sevilla. España 2012.
- GELAIN M. A. y R. PEREYRA LOBOS. 2011. LISTA DE AVES DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN, ARGENTINA. Revista Xolmis, Marzo 2011. ISSN 1853- 4937

www.epresanjuan.gob.ar

- GÓMEZ ALÉS R., J.C. ACOSTA Y M. BASSO. 2020. Confirmación de la presencia de *Aspronema dorsivittatum* Cope, 1862 (Squamata: Scincidae) en la provincia de San Juan. Cuad. herpetol. 34 (2): 00-00.
- LAVILLA, E., E. RICHARD y G. SCROCCHI (Eds.), 2000. Categorización de los Anfibios y Reptiles de la República Argentina. Edición Especial Asociación Herpetológica Argentina. Argentina. 1-97.
- LEHMANN, J. 2007. Bioenergy in the black. Front. Ecol. Environ. 5:381-387
- LÓPEZ-LANÚS, B., P. GRILLI, A.S. DI GIACOMO, E.E. COCONIER & R. BANCHS (eds). 2008. Categorización de las aves de la Argentina. Informe de Aves Argentinas / AOP y Secretearía de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
- LUCERO F. y J.C. CHEBEZ. 2011. Nuevas citas y ampliación de la distribución de algunas aves en las provincias de San Juan, Mendoza y La Rioja. Nótulas Faunísticas - Segunda Serie, 71: 1-16
- LUCERO, F. 2012. Nuevos registros y distribuciones de aves para las provincias de San Juan, Mendoza y La Rioja. Parte II. Nótulas Faunísticas 97: 1-10.
- LUCERO, F. 2013. Listado de las aves observadas en la Reserva Natural Municipal articulada: Laguna Guanacache, Laguna del Toro y Bañados del Carau, Provincia de San Juan, y Laguna Seca y los Bañados del Tulumaya, Provincia de Mendoza, Argentina. Nótulas Faunísticas 137:1-16.
- LUCERO, F. 2013. Nuevas aves, primeras evidencias y localidades para las provincias de San Juan y Catamarca, Argentina. EcoRegistros Revista, 3(14): 52-63. ISSN 2250-6233.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. DIRECCIÓN DE FAUNA SILVESTRE; BUENOS AIRES: AVES ARGENTINAS. 2017. Categorización de las aves de Argentina: según su estado de conservación 1a Edición especial – Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Libro digital, PDF.
- NAROSKY, T.D. y D. IZURIETA, 2010. Birds of Argentina and Uruguay. A Field Guide. Vázquez Manzini Editores, Buenos Aires, 346 pp.
- NOVARO, A.J., P.G. PEROVIC, M.S. LÓPEZ, B.A. MONTAÑEZ, A.A. CARRIZO y S. WALKER, 2002. Iniciativa multinacional para determinar la situación del gato andino y las prioridades para su conservación. Informe a Parques Nacionales y Dirección de Medio Ambiente de La Rioja.
- OJEDA, R. A., CHILLO V., G. B. DIAZ ISENRATH (eds). 2012. Libro Rojo de los mamíferos Amenazados de la Argentina 2012. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, SAREM. 257 pp.
- OJEDA, R., C.E. BORGHI y V.G. ROIG, 2002. Diversidad y Conservación de los Mamíferos de Argentina: un panorama sintético. En: Ceballos, G. y J. Simonetti (eds.), Diversidad y Conservación de los Mamíferos de Latinoamérica. FCE-UNAM, México D.F.
- OLROG, C.C. Y M.M. LUCERO, 1980. Guía de los mamíferos argentinos. Ministerio de Cultura y Educación, Fundación Miguel Lillo, S.M. de Tucumán, 151 pp.

www.epresanjuan.gob.ar

- ORTIZ, S. G. et. al.2005 Informe inédito presentado ante CICITCA - UNSJ. La Desertificación en la depresión del Bermejo. Dpto. Jáchal. San Juan. Argentina Proyecto Subsidiado por CICITCA – Universidad Nacional de San Juan período 2003 al 2005.
- ORTIZ, S. G.; GARCÍA, Z.; y OTROS. 1998. La Desertificación El Caso Valle Fértil – Revista Universitaria – Año 1 – Nº 2 – Bis Editorial EFU. 9 Págs.
- ORTIZ, S. G.; J.C. ACOSTA y F. MURÚA. 2003 "Fauna de Vertebrados y Actividad Minera: Estudio de Línea de Base en la Cuenca del Río Castaño, San Juan, Argentina. ISSN 0327 – 9375 – Multequina 12: 23 – 35.
- ORTIZ, S.G. y BORGHI, C.E. 2007 Responsables Capítulo de Aves "Diversidad Biológica y Cultural de los Altos Andes Centrales de Argentina. Estudios de Línea de Base en la Reserva de Biosfera de San Guillermo". UNSJ-APN. Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan.
- ORTIZ, S.G., R.V. BLANCO FAGER, C.A. LASPINA, L.B. VIDELA, H.J. VILLAVICENCIO, M.L. REUS y O.P. ASUNTO. 2018. Aves de mi ciudad. Editores: R.V. Blanco Fager, M.L. Reus y S.G. Ortiz. Editorial Brujas. Córdoba, Argentina.
- ORTIZ, S.G.; et al. 2009. Fauna silvestre de la zona de influencia del Parque Nacional San Guillermo: rescate de saberes propios a través de la educación formal. Revista de Educación en Biología. ADBIA. Volumen 12.Numero 1, mayo de 2009. ISSN 0329-5192. Pp.32-36
- ORTIZ, S.G.; GÓMEZ, H. A. y BLANCO FAGER, R.V. 2013. CAPÍTULO: LA AVIFAUNA DE AGUA NEGRA. LIBRO: GARCÍA, A. (ED.), El corredor Bioceánico en San Juan. Recursos Culturales y Naturales del sector Andino. 31-43. EFUEDITORIAL FUNDACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN. EFU.
- ORTIZ, S.G.; R.V. BLANCO FAGER, H.A. GÓMEZ, L. VIDELA; E. GODOY LUNA. 2016. Aves de las diferentes ecorregiones - San Juan, Argentina. En: Martínez-Carretero, E. y García, A. (eds.), San Juan Ambiental. Editorial Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.
- ORTIZ, S.G; et al (1996).Informe inédito presentado ante CICITCA – UNSJ. "La Desertificación en Gran Bajo Oriental del Departamento de Valle Fértil. Estado de Situación y Propuestas." San Juan – Argentina. Proyecto Subsidiado por CICITCA – Universidad Nacional de San Juan. Resolución N° 31/93 – CD – FCEFN. Período 1993 – 1996.
- PASTRÁN, M.; MÁRQUEZ, J.; ORTIZ, S.G; VARELA, S.; SÁNCHEZ, V.H. 2009. LIBRO: "GEOMORFOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO". Capítulo 8: "Procesos de deterioro ambiental en el chaco árido sanjuanino", San Juan, Argentina. Dr. José Sayago; Miriam Collantes. Instituto de geociencias y Medio Ambiente; 20 capítulos, 350 páginas. Universidad Nacional de Tucumán.
- POL R.G., CAMÍN S.R.Y ASTIÉ A.A. 2003. Situación ambiental en la ecorregión del monte. ECODES – IADIZA – CONICET. Mendoza.
- RECA A, C. UBEDA Y D. GRIGERA (Coord.).1996. Prioridades de conservación de los Mamíferos de Argentina. Mastozoología Neotropical 3(1): 87-117.

www.epresanjuan.gob.ar

- SANABRIA E., C. DEGIOVANINI, E. SALOMON, E. GONZALEZ. 2012. *Chacophrys pierottii* (Vellard, 1948) (Anura, Cerathophryidae). Primer registro para la provincia de San Juan (República Argentina). Cuad. herpetol. 26 (2): 99-100.
- SARQUÍS, P., M. RAMÍREZ, H. CARRASCOSA, L. SALINAS, L. ATTALA, R. GARCÍA, G. PASTRÁN y S.G. ORTIZ. 1999. Preliminary studies of Castaño river basin enviromental base line. San Juan – Argentina. International Congress- Sevilla Spain. Pags. 375 a 380.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN Y SOCIEDAD ARGENTINA PARA EL ESTUDIO DE LOS MAMÍFEROS (EDS.). 2019. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.
- TELLERÍA, J.L.J. 1986. Manual para el censo de los Vertebrados Terrestres. Editorial Raíces, España. 256 pág.
- UBEDA, C. y D. GRIGERA, 1995. Recalificación del estado de conservación de la fauna silvestre argentina. Región Patagónica. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano, subsecretaría de Recursos Naturales, Dirección de Fauna y Flora Silvestres/Consejo Asesor Regional Patagónico de la Fauna Silvestre. 96pp.
- VALENZUELA, P. 2009. Colisión y Electrocución de Aves en el Tendido Eléctrico. N°9, Septiembre 2009. La Chiricoca, Pags. 20 – 26.

www.epresanjuan.gob.ar

INFORME DE FLORA Y VEGETACIÓN

LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 132 KV EN CONFIGURACIÓN DOBLE TERNA ET SAN JUAN SUR- ET LA BEBIDA.

Área de Estudio

El área de estudio se encuentra en el sector oriental del piedemonte de la Sierra Chica de Zonda y del Cordón de Pedernal en la Provincia de San Juan. Dispone un clima seco de desierto, con temperaturas máximas absolutas de 46 ° C y mínimas de –9 °C con una media anual de 26 °C, siendo de tipo BWw según la clasificación climática de Koeppen (1900). Las precipitaciones son de régimen estival y el promedio anual es de aproximadamente 90 mm (Poblete y Minetti 1989).

Características Biogeográficas

El territorio en que se dispone la traza está comprendido en la Provincia Fitogeográfica del Monte (Cabrera, 1973) y dada las condiciones particulares del relieve en que se encuentra, dispone de cierta influencia de elementos florísticos típicos del Cardonal.

La vegetación en gran medida está condicionada por la aridez. Se trata en general de matorrales abiertos, leñosos, áfilos o de hojas pequeñas que van adquiriendo mayor porte y densidad con el aumento de la disponibilidad de humedad.

En los lugares del piedemonte más secos la vegetación leñosa está representada por matorrales abiertos de una o dos especies adaptadas a condiciones de extrema aridez con presencia de cactáceas que adquiere una importante cobertura en algunos sectores. En los sistemas de drenaje se encuentran otras especies de arbustos y/o árboles de mayor demanda de humedad, que alcanzan un superior desarrollo y cobertura.

Entre los elementos típicos presentes de las comunidades climácicas de la Provincia Biogeográfica del Monte se encuentran las jarillas (*Larrea cuneifolia y L. divaricata*), la brea (*Cercidium praecox* subsp. *glaucum*), los algarrobos (*Prosopis*

www.epresanjuan.gob.ar

flexuosa y *Prosopis chilensis*), las cactáceas *Echinopsis leucantha* y *Tephrocactus aroracanthus*. Entre los de la Provincia Fitogeográfica del Cardonal o Prepuneña, se encuentran el chaguar (*Deuterochonia longipetala*) el cactus *Tephrocactus weberi*, la herbácea anual *Mentzelia parvifolia*, la yerba de la hora (*Aloysia castellanosii)* y la Asteracea *Hyaloseris rubicunda*. Es de destacar que las especies mencionadas para el Cardonal disponen su distribución más austral en la zona estudiada y si bien no han sido observadas en los censos (excepto *H. rubicunda*), han sido halladas durante los recorridos del área**.**

Están presentes también comunidades de origen edáfico vinculadas a la existencia de suelos limo-arcillosos con mayores contenidos en sales que tienen origen en afloramientos del Neógeno. Estas comunidades presentan como especies conspicuas *a Plectrocarpa tetracantha, Atriplex argentina, Ciclolepis genistoides y Halophyton ameghinoi.*

Censos de vegetación

Se recorrió el área de estudio y en las unidades en las que se detectaron cambios florísticos sustanciales, se realizaron censos de vegetación, estimando la cobertura vegetal específica según Braun Blanquet (1979). En total, sea realizaron 22 censos florísticos (Tabla 1; Figura 1).

Tabla 1. Censos de vegetación realizados en el área de estudio. Se detallan las denominaciones de las diferentes comunidades florísticas asociadas y las coordenadas geográficas.

Censos	C. vegetal	Latitud	Longitud
1	Retamal	31,569	68,625
2	Retamal	31,593	68,635
3	Jarillal	31,623	68,643
4	Jarillal	31,637	68,638
5	Jarillal	31,667	68,626
6	Jarillal	31,762	68,599
7	Jarillal	31,849	68,587
8	Garabatal	31,649	68,632
9	Garabatal	31,671	68,624
10	Garabatal	31,866	68,588

www.epresanjuan.gob.ar

11	Garabatal	31,914	68,591
12	Garabatal	31,725	68,607
13	Zampal	31,722	68,607
14	Zampal	31,741	68,603
15	Zampal	31,816	68,586
16	Zampal	31,790	68,588
17	Zampal	31,907	68,593
18	H. rubicunda	31,739	68,605
19	Jarillal	31,938	68,596
20	Jarillal	32,020	68,611
21	Vidrieral	32,071	68,609
22	Vidrieral	32,098	68,603

CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS Y UNIDADES FLORÍSTICAS

Descripción de ambientes

Abanico aluvial antiguo del río San Juan

Esta unidad se sitúa en el margen occidental de la Depresión del valle del Tulum, donde el material depositado por el antiguo cauce del Río San Juan cubre la porción distal del Piedemonte de la Sierra Chica de Zonda con un sedimento de origen aluvial no consolidado (formado por bloques y gravas), con espesor variable. El relieve en el sitio donde se emplaza la Estación Pocito, posee una suave pendiente cercana al 1.5 % y se ubica a una altitud de 700 msnm.

En estos sectores, la vegetación corresponde a un arbustal perenne de escasa altura y desarrollo, restringido a las pequeñas micro ondulaciones del terreno donde se acumula sedimentos eólicos y el agua proveniente de las escasas lluvias estivales, observándose en muchos sectores el ordenamiento de los clastos rocosos, formando el típico "pavimento del desierto". La fisonomía típica es un retamal (*B. retama*) (Tabla 2), acompañado por *Larrea cuneifolia* y el cactus *Tephrocactus aoracanthus,* entre otras. Siendo todas especies muy tolerantes a las condiciones de aridez.

www.epresanjuan.gob.ar

Tabla 2. Censos de vegetación en el abanico aluvial antiguo del río San Juan.

Censos	1	2
Fisonomía	Retamal	
Cobertura (%)	40	40
Altura (m)	1.5	2.3
ESPECIES	VALORES DE ABUNDANCIA	
Bulnesia retama	2.2	2.2
Larrea cuneifolia	1.1	1.1
Tephrocactus aoracanthus	1.1	+
Larrea divaricata	+	
Mimosa ephedroides	+	+
Prosopis flexuosa	+	+
Solanum eleagnifolium		+
Ximenia americana	+	
Echinopsis leucantha	+	+
Aristida mendocina	+	
Aristida adsencionis		+
Pappophorum caespitosum	+	+
Digitaria californica		+
Trichloris crinita	+	+

www.epresanjuan.gob.ar

Piedemonte Sierra Chica de Zonda

Comunidades asociadas a las zonas elevadas de los abanicos aluviales y bajadas pedemontanas

Se encuentra en la margen oriental de la Sierra Chica de Zonda, constituyendo un extenso piedemonte determinado por bajadas y abanicos aluviales con depósitos fluviales principalmente calcáreos de edad cuaternaria (actuales y recientes), con una pendiente promedio más abrupta que en la unidad anterior (6 %), a partir de la cercanía a la cadena montañosa mencionada. Dada la fuerte pendiente, el agua captada en las zonas más elevadas irrumpe en el paisaje generando cauces y micro cauces paralelos de carácter temporario con evidencia de alto transporte de material rocoso que depositan en las bajadas y abanicos aluviales, determinando así sitios heterogéneos donde se instalan diferentes comunidades vegetales, sensibles al aporte hídrico estival y que permiten diferenciar al piedemonte en dos zonas principales: una de micro relieve más alto y los cauces temporarios. En la primer zona (Tabla 3), sin mayor aporte de agua que las escasas precipitaciones estivales, se emplazan matorrales cuyas especies más conspicuas son

Larrea cuneifolia y Tephrocactus aoracanthus, acompañados por un reducido número de otras especies arbustivas, cactáceas y hierbas. La cobertura del suelo alcanza un promedio de 25 % y la altura de la vegetación es de 0,7 m.

Tabla 3. Censos de vegetación asociada a las zonas elevadas de los abanicos aluviales y bajadas pedemontanas.

Censos	3	4	5	6	7
Fisonomía	Jarillal				
Cobertura (%)	30	25	25	25	20
Altura (m)	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8
ESPECIES	VALORES DE ABUNDANCIA				
Larrea cuneifolia	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Tephrocatus aoracanthus	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Echinopsis leucantha	+	+	+	+	+
Mimosa ephedroides	+	+			+
Echinoipsis leucantha	+	+	+	+	+
Allionia incarnata	+				
Portulaca confertifolia	+	+	+	+	+
Aristida adsencionis	+	+	+		+
Heliotropium mendocinum	+				
Mentzelia parvifolia			+		
Thymophylla pentachaeta			+	+	
Zuccagnia punctata				+	
Tribulus terrestris					+

Sobre los microcauces temporarios del piedemonte (Tabla 4), donde la vegetación dispone de un mayor aporte de agua, se establecen especies arbóreas como el garabato (*Acacia furcatispina*) y algarrobos (*Prosopis flexuosa* y *P. chilensis*), acompañados por arbustos de mayor porte, entre los que se observaron numerosos ejemplares de la jarilla de los escurrimientos (*Larrea divaricata*), la brea (*Cercidium praecox*), el atamisque (*Capparis atamisquea*), la chilca (*Baccharis salicifolia*) y el retamo (*Bulnesia retama*), entre otros. Las cactáceas estuvieron representadas principalmente por *Opuntia sulphurea* y el estrato herbáceo por especies perennes y anuales.

Tabla 4. Censos de vegetación sobre los microcauces temporarios del piedemonte.

Censos	8	9	10	11	12
Fisonomía	Garabatal				

www.epresanjuan.gob.ar

Cobertura (%)	70	60	50	50	50
Altura (m)	4	4	3.5	4	3
ESPECIES	VALORES DE ABUNDANCIA				
Acacia furcatispina	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Larrea divaricata	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Prosopis flexuosa	+	+	+	+	+
Cercidium praecox	+	+	+	+	+
Bulnesia retama		+	+	+	+
Opuntia sulphurea	+	+	+	+	+
Zuccagnia punctata	1.1				
Capparis atamisquea	+	+	+		
Prosopis chilensis	+				
Grabowsquia obtusa	+	+	+		
Cottea papophoroides	+				
Euphorbia sp.	+	+	+	+	
Hoffmanseggia sp.	+	+			
Phoradendron liga	+	+	+		
Flaveria bidentis	+				
Acacia aroma		+			
Baccharis salicifolia		+			
Senecio subulatus		+			
Pappophorum caespitosum		+			
Allionia incarnata			+	+	+
Digitaria californica			+	+	+
Tephrocactus aoracanthus					+

www.epresanjuan.gob.ar

Comunidades asociadas a afloramientos antiguos (Neógeno y Carbonífero)

Otro proceso que modifica el paisaje de la unidad del Piedemonte, es la intensa neotectónica evidenciada en numerosas fallas geológicas activas que corren meridionalmente el piedemonte y determinan el afloramiento de estratos antiguos (Neógenos y Carboníferos) en algunos sitios con evidente influencia en la estructuración de las unidades vegetales asociadas, dichos afloramientos son detallados a continuación con su respectiva caracterización florística:

Influencia del neógeno

El sustrato de los afloramientos neógenos de edad miocena, está conformado por sedimentitas, areniscas y conglomerados con alto tenor salino que restringe el establecimiento de muchas especies vegetales, determinando un arbustal con escasa riqueza específica y valores bajos de cobertura promedio (Tabla 5). Las especies características de estas unidades son *A. argentina*, *P. tetracantha* y *T. aoracanthus* entre otras.

Tabla 5. Censos de vegetación en afloramientos neógenos en lomadas.

Censos	13	14	15	16	17
Fisonomía	Matorral de Atriplex argentina				
Cobertura: (%)	15	20	25	25	25
ESPECIES	VALORES DE ABUNDANCIA				
Atriplex argentina	1.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Tephrocactus aoracanthus	+	+	+	+	1.2
Halophyton ameghinoi	+	+	+	+	
Cyclolepis genistioides	1.1	+	+		+
Echinopsis leuncantha		+	+	+	+
Plectrocarpa tetracantha	1.2	1.2			
Tricomaria usillo		+	+		
Bulnesia retama			+	+	
Larrea cuneifolia			+	+	
Zuccagnia punctata				+	+
Sclerophylax sp	+				
Heliotropium curassavicum	+				
Sclerophyllax sp					+
Mentzelia parvifolia					+

www.epresanjuan.gob.ar

Influencia del Carbonífero

A partir de la meteorización de un afloramiento de sedimentos del Carbonífero (31° 48´30´´W y 68°37´29´´S), el agua transportó y depositó sobre un sector del trazo proyectado en la zona central del Pedemonte, una fina cubierta de lutitas y areniscas oscuras que acompaña a la mayor proporción de calizas, determinando una litología particular que influye en la comunidad vegetal. La baja cobertura del suelo, está determinada principalmente por arbustos altos de *Acacia furcatispina*, acompañada por *Cercidium praecox*, *Hyaloseris rubicunda* y *Tricycla spinosa*, entre otras (Tabla 6).

Tabla 6. Censos de vegetación en sectores con acumulación de material antiguo (Carbonífero).

Censo	18
Cobertura (%)	25
Altura arbustos (m)	1.5
Fisonomía	Matorral de H. rubicunda
ESPECIES	VALORES DE ABUNDANCIA
Acacia furcatispina	1.1
Hyaloseris rubicunda	1.1
Cercidium praecox	1.1
Trycicla spinosa	+
Budleja mendocensis	+
Bulnesia retama	+
Porophyllum lanceolatum	+
Senna rigida	+
Trichocereus strigosus	+
Aristida mendocina	+

Comunidades asociadas a los abanicos aluviales extensos

Dentro de esta unidad, entre los 31°52´S y 32°05´S, se observan dos abanicos aluviales coalescentes modernos con dos niveles aluviales observables (Q_3 y Q_4), importantes por su gran extensión en el área y que poseen una menor pendiente promedio (2.5 %), al extenderse en longitud sobre el sector inferior del Valle del Tulum para finalmente drenar en el nivel de base de la planicie Aluvial del Tulúm y finalmente en el complejo Guanacache.

El abanico aluvial formado por los depósitos del Río temporario “La Flecha”, cuyo eje axial es atravesado perpendicularmente por la traza en su porción media, mientras que más al sur, en el abanico aluvial del río “del Agua” lo hace en su porción distal, donde el sedimento más fino y la menor pendiente determinan mejores características agrícolas y es donde se han asentado en la actualidad diversos emprendimientos de este tipo.

Abanicos aluviales (Zona media)

De acuerdo a los relevamientos realizados en las zonas centrales de estos abanicos aluviales, la vegetación observada corresponde a matorrales abiertos cuya altura

www.epresanjuan.gob.ar

promedio alcanza un metro y están dominados por *L. cuneifolia* y *Bulnesia retama* en menor proporción (tabla x). Los arbustivos acompañantes son el *Tricomaria usillo*, *Mimosa ephedroides* y *Tricycla spinosa*, mientras que en las zonas de escurrimiento dentro de los abanicos se encuentran algunos algarrobos (*Prosopis flexuosa*) aislados y de escaso porte y brea (*Cercidium praecox*). El estrato herbáceo está representado por gramíneas perennes como *Pappophorum philipianum*, *Aristida mendocina* y *Trichloris crinta*. Las suculentas tienen en esta comunidad mayor importancia que el estrato herbaceo en cuanto a cobertura del suelo encontrándose *Opuntia sulphurea*, *Tephrocactus aerocanthus, Echinopsis leucantha* y *Trichocereus strigosus* (Tabla 7, censos 19-20).

Abanicos aluviales (Zona distal)

El tramo más austral del trazado en evaluación, está emplazado sobre la zona distal del abanico aluvial correspondiente al río "el Agua", donde el sedimento es más fino, la pendiente es menor y la napa freática podría estar en niveles no tan profundos. La vegetación en estos ambientes constituye un matorrales abierto de vidriera (*Suaeda divaricata*) y zampa (*Atriplex spegazzinii*) de aproximadamente 1,50 m de altura y una cobertura de 30 %. Las especies arbustivas que acompañan a los dominantes son *Prosopis flexuosa*, *Bulnesia retama*, *Atriplex crenatifolia*, *Atriplex lampa*, *Plectrocarpa tetracantha*, *Grahamia bracteata y Allenrolfea vaginata.* El estrato herbáceo está conformado por *Pappophorum philippianum, Trichoris crinita, y Bouteloua barbata*, mientras que las suculentas presentes son *Tephrocatus aorcanthus, Trichocereus strigosus y Opuntia sulphurea* (Tabla 7, censos 21-22).

Esta comunidad actual, con presencia de especies de carácter halófilo, representa un estado de sucesión secundaria originado por la degradación del algarrobal-jarillal (*Prosopis flexuosa* y *Larrea divaricata*), que existía previamente y que fue eliminado en amplios sectores provocando la salinización de este sector. En algunos sectores de difícil acceso, todavía se aprecian pequeños bosquecillos relictuales de algarrobos como islas, con un importante porte y cobertura tanto de su estrato arbóreo como arbustivo acompañante.

Tabla 7. Censos realizados en los abanicos aluviales de los ríos "La Flecha" (19-20) y "del Agua" (21-22).

www.epresanjuan.gob.ar

Censos	19	20	21	22
Fisonomía	Jarillal		Vidrieral	
Cobertura (%)	40	60	50	40
Altura (m)	4	4	2	1.5
ESPECIES	VALORES DE ABUNDANCIA			
Bulnesia retama	1.1	1.1	+	+
Larrea cuneifolia	2.2	2.2		
Tricomaria usillo	+	+		+
Mimosa ephedroides	1.1	+		
Trycicla spinosa	+	+		
Prosopis flexuosa	+	+	+	1.1
Cercidium praecox	+	+		
Trichocereus strigosus	+	+		+
Echinopsis leucantha	+			
Aristida mendocina	+	+		
Aristida adsencionis	+			
Pappophorum caespitosum	+	+		+
Opuntia sulphurea	+	+		
Tricholoris crinita		+	+	+
Tephrocactus aoracanthus	+	+	+	
Suaeda divaricata			2.2	2.2
Atriplex spegazzinii			2.1	1.1
Atriplex crenatifolia			+	+
Atriplex lampa	+		+	
Plectrocarpa tetracantha		+	+	+
Grahamia bracteata			+	+
Allenrolfea vaginata			+	
Bouteloua barbata	+	+	+	+
Larrea divaricata			+	+

Caracterización Ecosistémica

Las unidades ecológicas que se definen en el paisaje muestran una correspondencia directa con las geoformas y las características del sustrato.

Estas unidades son los Afloramientos Rocosos representados por la Sierra Chica de Zonda, Cordón de Pedernal, las Bajadas Pedemontanas, los afloramientos del Neógeno, depósitos del Carbonífero y la Red de Drenaje, esta última conforma una unidad particular por sus características singulares de disponibilidad de agua y vincula íntimamente las otras unidades.

www.epresanjuan.gob.ar

Los componentes geológicos, geomorfológicos y la textura del sustrato, constituyen los rasgos físicos dominantes en la determinación de las unidades ecológicas, condicionando el desarrollo de las comunidades vegetales y el comportamiento de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

El Jarillal (comunidad de *Larrea cuneifolia*), responde a un sustrato de acumulación de clastos y sedimentos finos de variado espesor que permite la infiltración del agua de las precipitaciones permitiendo el desarrollo de un sistema radical de arbustal, que dispone de gran magnitud y capacidad de absorción permitiendo la utilización de la escasa humedad presente. El Garabatal (comunidad de *Acacia furcatispina)* está restringido a los fluvios del piedemonte donde pueden acceder a un aporte adicional de agua por el sistema de drenaje y a agua subterránea en los lugares que esta pueda acumularse.

La presencia de sedimentos del Terciario en la Bajada pedemontana de la Sierra de Pedernal y de la Sierra Chica de Zonda, genera una situación particular en el comportamiento hídrico de esta cuenca, que debe tenerse en cuenta para evitar la amenaza de aluviones y arrastre de materiales depositados sobre estas capas de carácter casi impermeables que pueden constituirse, dada estas características y las pendientes, en planos de deslizamientos que favorecerían el arrastre de materiales ante lluvias torrenciales o los probables inducidos por movimientos sísmicos.

Todas las unidades se encuentran estrechamente relacionadas, siendo la dinámica hídrica el factor de vinculación más importante y el determinante de los componentes biológicos de estos ecosistemas.

www.epresanjuan.gob.ar

Listado de especies vegetales

Plantas Vasculares colectadas en el área y alrededores

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Tipo funcional	Origen
Ephedraceae	*Ephedra triandra Phil.*	Pingo-pingo	Arbusto	Nativa
Urticaceae	*Parietaria debilis G. Forst*		Hierba	Nativa
Chenopodiaceae	*Atriplex argentina. Speg.*		Arbusto	Nativa
	*Atriplex lampa (*Moq) D. Dietr.	Zampa	Arbusto	Nativa
	Sueda divaricata Moq.	Vidriera	Arbusto	Nativa

	Kochia scoparia (l.) Schrader	Morenita	Arbusto	Exotica
Halophytaceae	*Halophytum ameghinoi* (Speg) Speg	Verdolaga	Hierba	Nativa
Capparaceae	*Capparis atamisquea Kuntze*	Atamisque	Arbusto	Nativa
Amaranthaceae	*Amaranthus standleyanus L. Parodi ex Covas*	Paico	Hierba	Nativa
	Gomphrena cladotrichoides Suesseng.		Hierba	Nativa
Nyctaginaceae	*Trycicla spinosa (Cav.)* Heimerl	Palo negro	Arbusto	Nativa
	Mirabilis ovata (R&P.) Meigen		Hierba	Nativa
	Allionia incarnata L.		Hierba	Nativa
Sterculiaceae	*Ayenia lingulata Griseb.*		Hierba	Nativa
Portulacaceae	*Portulaca confertifolia Hauman.*	Flor de seda	Hierba	Nativa
	Grahamia bracteata Hook.& Arn	Vinagrillo	Arbusto	Nativo
Brassicaceae	*Lepidium bonariense L.*	mastuerzo	Hierba	Exótica
	Sisymbrium gilliesii Romanczuk		Hierba	Nativa
	Cardamine hirsuta L		Hierba	Nativa
Fabaceae	*Senna rigida (Hieron.) Irwin & Barneby*	Pichana	Arbusto	Nativa
	Mimosa ephedroides (Gill) Benth & Hooker	Chachana	Arbusto	Nativa
	Prosopis flexuosa DC.	Algarrobo dulce	Árbol	Nativa
	Prosopis chilensis (Molina) Stuntz	Porotillo	Árbol	Nativa
	Acacia furcatispina Burkart	Garabato	Arbusto	Nativa
	Acacia aroma Gill ex Hook & Arn	Tusca	Arbusto	Nativa
	Zuccagnia punctata Cav.	Jarilla macho	Arbusto	Nativa
Zygophyllaceae	*Bulnesia retama* (Hook) Griseb	Retamo	Arbusto	Nativa
	Plectrocarpa tetracantha Hook. & Arn.	Manca potrillo	Arbusto	nativa
	Larrea divaricata Cav.	Jarilla	Arbusto	Nativa
	Larrea cuneifolia Cav.	Jarilla	Arbusto	Nativa
Euphorbiaceae	*Euphorbia ovalifolia (Klotzch & Garcke)*		Hierba	Nativa
	Jatropha excisa Griseb	Higuerilla	Hierba	Nativa
Cucurbitaceae	*Cucurbitella asperata (Gilles ex Hook. & Arn) Walp.*	Sandia de la zorra	Enredadera	Nativa
Malvaceae	*Lecanophora heterophylla* (Cav.) Krapov.		Hierba	Nativa
	Herissantia crispa (l.) Brizicky		Subarbusto	Nativa
	Gaya parviflora (Phil.) Krapov.		Hierba	Nativa
Tamaricaceae	*Tamarix ramosissima* Lede	Tamarindo	Arbusto	Exótica
Loasaceae	*Mentzelia albescens (Gilles ex Arn.) Griseb*	pega pega	Hierba	Nativa
	Mentzelia parvifolia Urb. & Gilg.		Hierba	Nativa
Cactaceae	*Pterocactus megliolii Kiesling*		Suculenta	Nativa

www.epresanjuan.gob.ar

	Tephrocactus aoracanthus (Lem) Lem.	Quisco	Suculenta	Nativa
	Trichocereus strigosus (Salm-Dyck) Briton & Rose	Cardoncito	Suculenta	Nativa
	Pyrrhocactus catamarcensis (Speg) F. Ritter		Suculenta	Nativa
	Tephrocactus weberi (Speg.) Backeb.		Suculenta	Nativa
	Denmoza rhodacantha (Salm-Dyck) Britton & Rose	Cardon colorado	Suculenta	Nativa
	Opuntia sulphurea Gilles ex Salm-Dyck	Penca	Suculenta	Nativa
	Echinopsis leucantha (Gillies ex Salm-Dyck) Walp		Suculenta	Nativa
	Cereus aethiops Haw.		Suculenta	Nativa
Asteraceae	*Eupatorium patens D. Don ex Hook. & Arn*		Arbusto	Nativa
	Aphyllocladus ephedroides. Cabrera		Arbusto	Nativa
	Cyclolepis genistoides Gilles ex D.Don	Palo azul	Arbusto	Nativa
	Sonchus asper (L.) Hill		Hierba	Exótica
	Baccharis darwini Hook & Arn		Arbusto	Nativa
	Baccahris salicifolia (Ruiz & Pav.)Pers	Chilca	Arbusto	Nativa
	Hyaloseris rubicunda Griseb.	Flecha	Arbusto	Nativa
	Flaveria bidentis (L.) Juntze.	Fique	Arbusto	Nativa
	Senecio gillesianus Hieron.		Arbusto	Nativa
Hydrophyllaceae	*Phacelia pinnatifida* Griseb ex Wedd.		Hierba	Nativa
Anacardiaceae	*Schinus fasciculata (Griseb.) I. M. Johnst*	molle	Arbusto	Nativa
Lamiaceae	*Salvia cuspidata Rutz & Pav. ssp gilliesii Benth. J.R.I. Wood*	Salvia morada	Arbusto	Nativa
Verbenaceae	*Acantholippia trifida. (Gay) Moldenke*	Tomillo	Arbusto	Nativa
	Aloysia catellanosii Moldenke	Yerba de la hora	Arbusto	Nativa
	Glandularia perackii Covas & Schnack	Glandularia	hierba	Nativa
	Salvia cuspidata var guilliesii (Benth) J. R. I. Wood	Salvia morada	arbusto	nativa
Solanaceae	*Petunia axilaris (Lam.) Britton Sternpoogenb.*		Hierba	Nativa
	Grabowskia obtusa Arn.	Tulisquin	Arbusto	Nativa
	Solanum elaeagnifolium Cav.	Quillo	Subarbusto	Nativa
	Lycium tenuispinosum Phil	Pinchagua	Arbusto	Nativa
	Lycium chilense Miers ex Bertero	Llaullín	Arbusto	Nativa
	Petunia parviflora Jussieu		Hierba	Nativa
	Solanum euacanthum Phil.		Hierba	Nativa
Sterculiaceae	*Ayenia lingulata Griseb.*		Hierba	nativa

www.bioseguridad.sanjuan.gob.ar

Poaceae	*Jarava ichu (Ruiz & Pav.)*		Hierba	Nativa
	Pappophorum caespitosum R.E.Fr.		Hierba	Nativa
	Cottea papophoroides Kunth		Hierba	Nativa
	Diplaccne dubia (HBK) Scribn.		Hierba	Nativa
	Neupbouteloua lophostachia (Griseb) Gould		Hierba	Nativa
	Setaria mendocina Phil.		Hierba	Nativa
	Trichloris crinita (Lag.) Parodi		Hierba	Nativa
	Enneapogon desvauxii P. Beauv.		Hierba	Exótica
	Eragrostis cilianensis (All.)Vignolo-Lutati ex Janch.		Hierba	Exótica
	Digitaria califórnica (Benth.) Henrard.		Hierba	Nativa
	Sorghum halepens e(L.) Pers.		Hierba	Exótica
	Aristida adscensionis L.		Hierba	Nativa
	Aristida mendocina Phil.		Hierba	Nativa

Endemismos

En el área de estudio se registraron cuatro endemismos.

Pyrrhocactus catamercensis, cactus que tiene como área de distribución el departamento de Sarmiento, Pocito y Zonda de la Provincia de San Juan y Provincia de Mendoza.

Pterocactus megliolii pequeño cactus que tiene como área de distribución el departamento de Zonda, Pocito y Albardón de la provincia de San Juan y La Rioja.

Gomphrena cladotrichoides hierba endémica de San Juan encontrada hasta ahora solo en la provincia de San Juan en los departamentos de Pocito,Zonda, Albardón, Caucete y Calingasta.

Aphylloclados ephedroides arbusto perteneciente a la familia Asterácea presente en las provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan.

www.epresanjuan.gob.ar

BIBLIOGRAFÍA

BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Edición en español de Pflanzensoziologie : Grundzüge der Vegetationskunde. Ed. Blume, Madrid, 1979.

BURKART, R., N. BÁRBARO, R. O. SÁNCHEZ Y D. A. GÓMEZ. 1999. Ecorregiones de la Argentina. APN, PRODIA, 43 pp.

CABRERA, A. L. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. 2º edición, tomo II, ACME (ed.), 85 pp.

CONTRERAS V. 2005. "Loma de Las Tapias: La Prehistoria a la Puerta de la Ciudad de San Juan Promoción y Difusión de una Área Natural Protegida". Triptico Proyecto de Extensión de la UNSJ. Instituto de Geología Emiliano P. Aparicio UNSJ. Subsecretaria de Medio Ambiente. San Juan.

DALMASSO, A., MARQUEZ, J. 1999. Vegetación actual de ambientes del Cuaternario. Síntesis del Cuaternario de la provincia de San Juan. CADINCUA.

ESPER ANGILLIERI, Y. PERUCCA, L. 2014. Geomorphology and morphometry of the de La Flecha river basin, San Juan, Argentina. Environ Earth Sci. 72 (8). DOI: 10.1007/s12665-014-3227-4

IBODA 2011. Instituto de Botánica Darwinion. Flora del Cono sur. Catálogo de las Plantas Vasculares. Instituto Darwinion. 1997–2011. http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp

KIESLING, R. 1994. Flora de San Juan, T I, Vazquez-Massini (ed.).

KIESLING, R. 2003. Flora de San Juan, T II, SIGMA (ed.).

KIESLING, R. 2009. Flora de San Juan, T III, SIGMA (ed.).

KÖPPEN, W. 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geogr. Zeitschr. 6, 593–611, 657–679.

MARQUEZ, J., 1999. Las áreas protegidas de la provincia de San Juan. Multequina 8: 1-10.

MORELLO, J. 1958. La Provincia del Monte. Opera Lilloana. Universidad Nacional de Tucumán.

PERUCCA, L. Y ONORATO, R. 2011. Fallas con actividad cuaternaria en el corredor tectónico Matagusanos-Maradona-Acequión entre los ríos de la Flecha y del Agua, Provincia de san Juan. Revista de la Asoc. Geológica Argentina. 68 (1): 39-52.

Planear 2013.www.lista-planear.org

ROIG, F., 1960. Bosquejo fitogeográfico de las provincias de Cuyo. Comité Nacional para el Estudio de las Zonas Aridas y Semiáridas. Subcomité Zona Cuyo. *Publ. 3*: 1-33.

www.epresanjuan.gob.ar

ROIG F., E. MENDEZ, I. PERALTA Y E. MARTINEZ CARRETERO. 1994. VI Reunión Argentina y Latinoamericana de Fitosociología.

SANCHEZ; V. 2012. Informe Interno INA. SAN JUAN

SERAFINI, R, BUSTOS, N. y CONTRERAS, V. 1985.Geología de la Formación Loma de Las Tapias. Quebrada de Ullum. San Juan. Primeras Jornadas de Precordillera. San Juan. Asociación Geológica Argentina.

ZAMBRANO J, J 1976. Mapa Geológico de San Juan. Servicio Geológico Minero.Argentino.

ZULOAGA et al. (1999).Catalogo de Plantas Vasculares de Argentina. Missouri Botanical Garden Press.

www.epresanjuan.gob.ar

Informe de Impacto Paleontológico

Dr. Ricardo Martínez

“Proyecto Interconexión en 132 kV de San Juan”

Línea de alta tensión 132kV en configuración doble terna ET San Juan sur – ET La Bebida

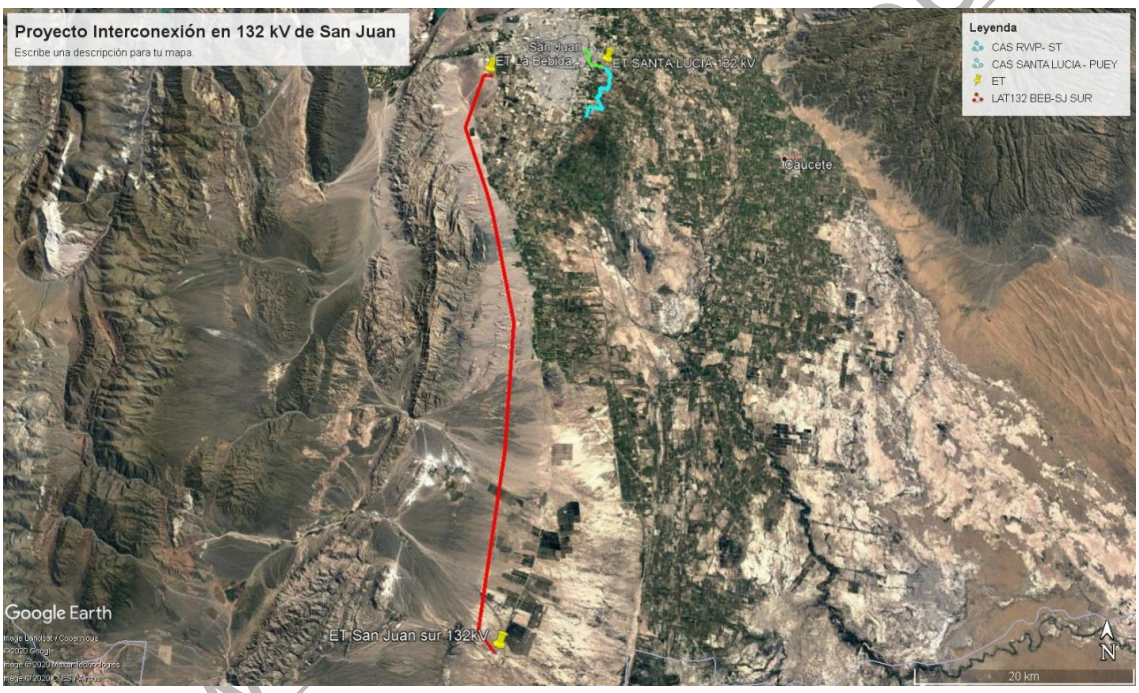


Figura 1

Figura 1: Imagen satelital mostrando el emplazamiento de las ET San Juan sur y Santa Lucía, Interconexión subterránea ET Santa Lucía – ET Rawson-Pocito (en celeste), Interconexión subterránea ET Santa Lucía – ET Pueyrredón (en verde), Traza de la línea de alta tensión 132kV ET La Bebida – ET San Juan sur (en rojo)

La traza propuesta para la línea de alta tensión 132kV entre la ET San Juan sur y ET La Bebida, presenta en su sección media (ver informe) un tramo con riesgo de afectación del patrimonio paleontológico. En esta zona afloran asomos de rocas del Neógeno que tiene un valor patrimonial alto. Por ello, a criterio del autor de este trabajo, si bien se considera factible la traza se proponen dos opciones para este tramo del recorrido: a) Desplazar en esta zona la traza 1 km al este; b) De no ser posible desplazar la traza, se la considera factible, aunque con riesgo patrimonial paleontológico. Por ello la etapa de construcción de la línea debe ser realizada con estricta supervisión paleontológica.

Emplazamiento Estación Transformadora (ET) San Juan sur 132/33/13.2kV



Figura 2: Zona de emplazamiento de la futura ET San Juan sur en terrenos correspondientes a la unidad geomorfológica “gran bajo oriental”.

El lugar de emplazamiento está incluido en lo que geomorfológicamente se conoce como “Gran bajo oriental”, ubicado al este de la Sierra de Pedernal (Figura 2).

En el área montañosa, que en esta zona corresponde a la Sierra de Pedernal (Figura 3), afloran rocas carbonáticas de edad cambro-ordovícica de la Formación San Juan y sedimentitas neógenas constituidas por potentes niveles de conglomerados, areniscas y pelitas. En algunas zonas se localizan depósitos aluviales y coluviales del Pleistoceno-Holoceno y depósitos finos de barreal y lacustres principalmente reconocidos en el extremo sur de la depresión, en el área Acequión. Los depósitos finos más antiguos fueron datados en este trabajo por C14, arrojando una edad de 37.250 ± 2.200 años AP. Un nivel

fino más reciente ubicado aguas abajo de la quebrada del río proporcionó una edad 7.497±157 AP.

Los depósitos del Neógeno tardío están constituidos por fanglomerados aluviales con niveles de pedimentación y depósitos de remoción en masa.



Figura 3: Zona de emplazamiento de la futura ET San Juan sur. Obsérvese la bajada pedemontana de la Sierra de Pedernal ubicada al oeste del sitio de emplazamiento de la ET.

Las sedimentitas neógenas están cubiertas por un grueso manto de sedimentos de acarreo actuales correspondientes a depósitos aluviales proximales y distales que constituyen un gran cono de deyección que baja desde la Sierra de Pedernal, distante unos 13 km al oeste.

El sitio de emplazamiento de la Estación Transformadora (ET) San Juan sur se ubica sobre los sedimentos no consolidados de edad reciente mencionados anteriormente. Esta zona por la edad actual de los sedimentos no presenta fósiles de ningún tipo, por lo que se considera de nulo valor patrimonial paleontológico.

Por ello, desde el punto de vista paleontológico se considera perfectamente viable el emplazamiento de la Estación Transformadora (ET) San Juan sur en la localidad propuesta.

Línea de alta tensión 132kV en configuración doble terna ET San Juan sur – ET La Bebida

www.epres

La zona propuesta para el tendido de la Línea de alta tensión 132kV en configuración doble terna ET San Juan sur – ET La Bebida discurre enteramente por el faldeo o pedemonte oriental de las sierras de Pedernal y Chica de Zonda (Figura 4).

Esta área pedemontana se localiza como una ancha faja de dirección norte-sur ubicada entre las áreas montañosas al oeste y las áreas deprimidas correspondiente en su mayoría a las zonas cultivadas y/o urbanizadas.

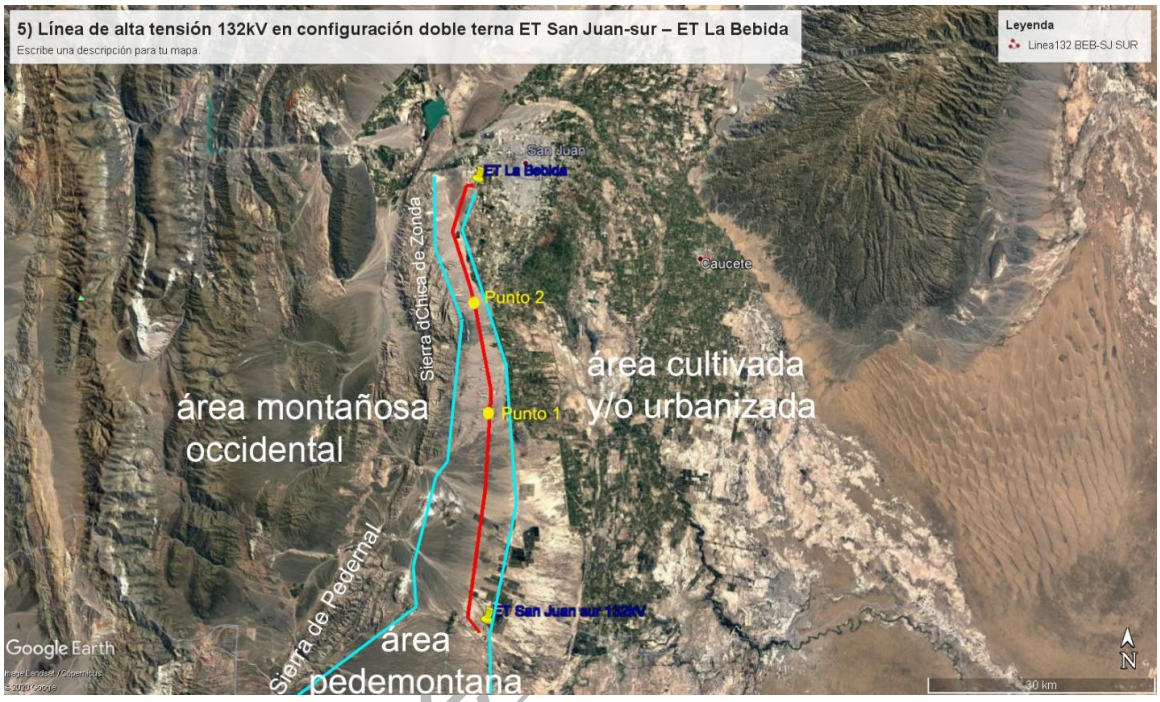


Figura 4: Delimitación de áreas geomorfológicas en la zona propuesta para la traza dela Línea de alta tensión 132kV ET San Juan sur y ET La Bebida.

a) Geología y paleontología de los terrenos a lo largo de la traza propuesta

a.1) Área montañosa occidental.

El área montañosa en la zona bajo estudio está compuesta por una sucesión de rocas que incluye, de oeste a este: rocas del Paleozoico inferior de Formación San Juan, Formación Jejenes del Neopaleozoico y unidades sedimentarias neógenas.

a.1.a) Formación San Juan

La unidad está constituida por dos secciones: una inferior de calizas y dolomías grises, compactas, y una superior de calizas negras y lutitas de igual color. La sección inferior está formada por facies de calizas macizas o con estratificación gruesa, que fueron asociadas a un ambiente de plataforma marina de gran estabilidad, poco profunda y de baja energía, en una zona intermareal a submareal. La superior está constituida por facies de calizas fosilíferas con estratificación fina y en ocasiones con intercalaciones pelíticas, que se

www.epre

habrían depositado en un ambiente de plataforma calcárea restringida, en una zona submareal alta a supra-mareal.

El tramo superior de la secuencia ofrece una importante fauna, no sólo por la cantidad de ejemplares sino también por la diversidad de taxones, los cuales fueron ampliamente estudiados por diversos autores. Aceñolaza et al. (1977) determinaron varios géneros y especies de nautiloideos entre los que se encuentran Aclandonosceras, Robsonoseras, Barnasoceras steltzneri y Curtoceras kayseri. Hüniken (1971) citó un conjunto de conodontes entre los que se encuentran los géneros Oistodus, Scandodus y Periodons y posteriormente (Hüniken, 1985) identificaron géneros pertenecientes a la zona de Eoplacognathus pseudoplanus. Gamboa (1986) destacó la presencia de Maclurites sarmientoi, Curtoceras kayseri, Endoseras sp., Proetiella tellechai, Illaenus, entre otros, correspondientes a la zona de Proetiella tellechai (Harrington y Leanza, 1957). En general se acepta una edad Llanvirniana inferior para los niveles cuspidales de la Formación San Juan, mientras que el resto sería de edad Arenigiana. De acuerdo con Beresi (1990)

los niveles basales podrían extenderse hasta el Tremadociano

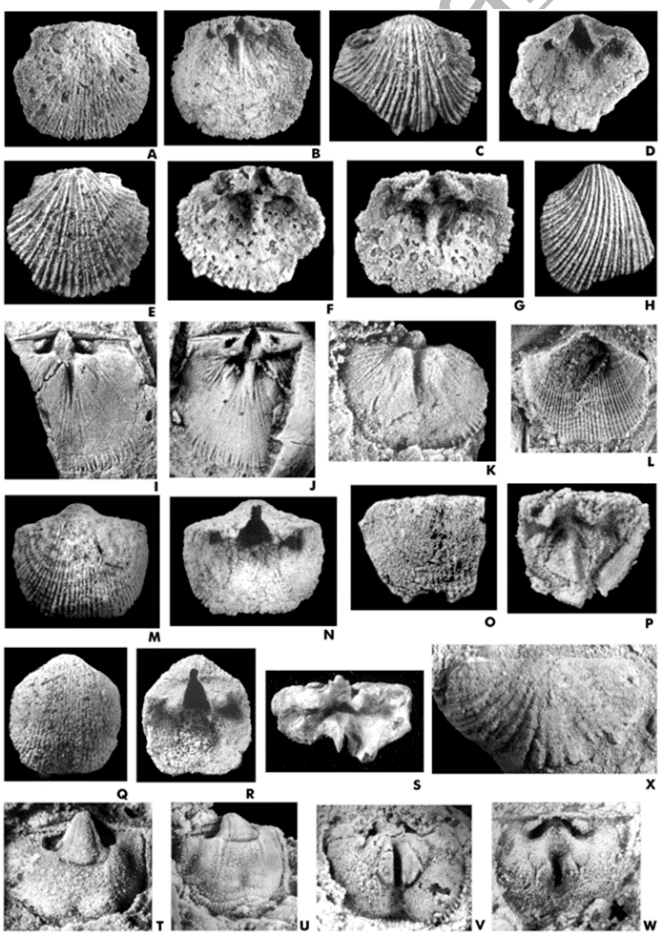


Figura 5. Braquiópodos de la Fm. San Juan: A-K. *Archaeorthis* sp. ; L-W. *Orthidium guandacolensis* n. sp.

Aunque esta unidad geológica posee abundante contenido fosilífero, al tratarse de invertebrados marinos, los que normalmente se acumulan en grandes cantidades y encontrándose innumerables especímenes de la misma especie, se considera que posee un valor paleontológico patrimonial medio-bajo.

a.1.b) Formación Jejenes o Retamito

Se apoya en discordancia sobre la Formación San Juan y se extiende formando una faja discontinua, desde unos 10km al norte de la Quebrada Grande hasta la región de los Berros y del Río del Agua (Retamito). Ruzycki de Berenstein (1986) y Ruzycki de Berenstein y Bercowski (1988), realizaron estudios petrográficos de areniscas a partir de los cuales determinaron un ambiente fluvial meandroso.

En los afloramientos de esta unidad se hallaron por primera vez restos de plantas neopaleozoicas en Argentina. Esta Formación ha brindado un rico registro fósil de plantas (Szajnocha, 1891) ilustró, por primera vez, una colección que incluye las especies:

Archaeocalamites radiatus (Brongniart) Stur, Lepidodendron sp., L. pedroanum, Rhacopteris sp. cf. R. machneki Stur, Cordaites sp. cf. C. borassifolius (Brongniart) Unger y ?Rhabdocarpus sp. Más tarde, Kurtz (1895) estudióuna asociación coleccionada por Brackebuch (1888) y agregó un nuevo tipo de fronde que denominó Botrychiopsis, género que resultó posteriormente un taxón diagnóstico de las floras neopaleozoicas de la región. De acuerdo a las listas de especies brindadas por Szjnocha (1891) y Kurtz (en Bodenbender, 1902) se consideraba al yacimiento fosilífero de edad Carbonífera temprana. Más tarde, Frenguelli (1944) identifica la presencia de Gondwanidium plantianum (=Neuropteridium validum) Carruthers asignando la secuencia al Carbonífero tardío. Sin embargo, los ejemplares estudiados por Frenguelli fueron revisados por Archangelsky y Arrondo (1971) quienes los refieren a Botrychiopsis weissiana Kurtz. Los ejemplares coleccionados y determinados por Frenguelli (1944) fueron considerados por ese autor, procedentes del mismo nivel fosilífero donde Brackebusch (1888) hallara el material que permitió a Kurtz (1895) definir el género Botrychiopsis. Arrondo y Petriella (1979) describen como Lycopodiopsis pedroanus (Carruthers) Edwards emend. Krausel los ejemplares procedentes de Retamito de la colección Kurtz depositada en la Universidad de Córdoba. Sin embargo, Archangelsky et al. (1981) analizaron también esos mismos ejemplares y los consideraron representantes de una probable nueva especie de Bumbudendron, una licópsida de pequeño porte que caracteriza las floras del Pennsylvaniano del centro-oeste argentino. Los mismos autores describieron un ejemplar de Retamito, ilustrado por Frenguelli (1944, lámina 10, fig. 1), como estrechamente similar a Bumbudendron paganzianum Archangelsky, Azcuy y Wagner. Los estudios palinológicos en la secuencia de Retamito se circunscriben a escasos especímenes de polen que asignados a Florinites verrucosus González Amicón, y variado polen monosacado.

www.ebresanjuan.gob.ar

Aunque esta unidad geológica posee abundante contenido fosilífero, al tratarse de plantas y polen, los que normalmente se acumulan en grandes cantidades y encontrándose innumerables especímenes de la misma especie, se considera que posee un valor paleontológico patrimonial medio-bajo.

a.1.c) Unidades sedimentarias neógenas

Sobre las unidades paleozoicas (Fm. San Juan y Fm. Jejenes) apoya discordantemente una secuencia de rocas terciarias de unos 1.500 m de espesor (Bercowski et al., 1993). Esta secuencia incluye diversos conjuntos de facies del Neógeno local, que se pueden caracterizar de la siguiente

forma: facies de planicie aluvial, con descargas efímeras; facies de abanico medio y asociaciones de facies de abanico proximal. Esta unidad ha brindado una edad radimétrica de 15, 4±0, 16 Ma para una toba ubicada en la base de la secuencia y de acuerdo a los promedios de los coeficientes de sedimentación, para el techo de la misma, han estimado una edad de 10 a 12 Ma. Los depósitos neógenos del área de Pedernal han sido interpretados por Ramos et al. (1997) como una secuencia sinorogénica proximal e intermedia del "Terciario", sin reconocer unidades litoestratigráficas específicas. El análisis de los depósitos sinorogénicos de la Cordillera de Los Andes, ha mostrado la estrecha relación que guardan los episodios de deformación y el apilamiento tectónico, con el desarrollo de estas cuencas (Ramos, 1999).

Sobre el faldeo oriental del Cerro Pedernal se ha descubierto un relleno de caverna cárstica con numerosos restos fósiles correspondientes a mamíferos marsupiales didélfidos asociados a un cocodrilo asignado preliminarmente al género Caimán (Reptilia, Eousuchia, Alligatoridae). Este hallazgo es de importancia ya que los cocodrilos neógenos son prácticamente desconocidos en la región centro-occidental de Argentina. Por otro lado, los restos de marsupiales permitieron asignar una edad Neógeno tardío para el relleno de la cavidad cárstica (Contreras, 2005; Contreras y Hernández, 2006). Además, conociendo que los caimanes actualmente viven en cuerpos de agua medianamente estables y un clima al menos templado cálido, se puede interpretar cuáles fueron las condiciones paleoambientales para esta región durante el Neógeno. Sobre esta base se considera que el sistema de humedales que conforman actualmente las lagunas de Guanacache y del Rosario, en la región limítrofe de San Juan y Mendoza, debió tener un origen muy antiguo, cercano al Mioceno superior (Contreras y Hernández, 2006).

También han sido reportado el hallazgo de fósiles de paleovertebrados en las proximidades de la localidad de Los Berros. Estos restos identificados como pertenecientes a un perezoso gigante están todavía sin estudiar, pero ponen de manifiesto la importancia fosilífera de esta unidad geológica muy poco explorada hasta e momento.

www.epresanjuan.gob.ar

Esta unidad geológica portadora de fósiles de paleovertebrados, los de mayor valor patrimonial debido a lo escaso de su registro, se considera que posee un valor paleontológico patrimonial alto.

a.2) Área pedemontana intermedia

Esta amplia faja de terreno, por la que discurre enteramente la traza propuesta para la línea

de alta tensión, está cubierta por un grueso manto de sedimentos de acarreo pleistocenos y actuales correspondientes a depósitos aluviales proximales y distales que constituyen los conos de deyección de las bajadas orientales de las sierras de Pedernal y Chica de Zonda.

Sedimentariamente está compuesta por gruesas capas de fanglomerados, areniscas gravosas, limos y arcillas producto de la sedimentación de las bajadas de los cauces temporarios provenientes de las sierras. Como es de esperar la granulometría disminuye de oeste a este, en el sentido de la escorrentía.

Estos sedimentos no consolidados de edad reciente no presentan fósiles de ningún tipo, por lo que se considera de nulo valor patrimonial paleontológico.

No obstante, los procesos de ascenso de la sierra producen fenómenos de erosión de estos sedimentos recientes, que en algunos casos permiten aflorar las sedimentitas neógenas en forma de parches y en la parte profunda de algunos causes temporarios.

Las zonas de afloramiento de estas rocas neógenas (caracterizadas por su predominante color rojo ladrillo), como se describió en párrafos anteriores, poseen un valor patrimonial paleontológico alto.

a.3) Área cultivada oriental

Esta zona geológicamente está compuesta por acumulación de gravas, arenas, limos y arcillas producto del arrastre y sedimentación del río durante las divagaciones de los últimos miles de años. Al encontrarse en la zona de baja pendiente del abanico y en zona alejada al actual cauce del río se han desarrollado suelos de gran espesor que actualmente están dedicados al cultivo y algunas zonas están urbanizadas. Estos depósitos sedimentarios friables y suelos poseen una edad reciente y en general se encuentran cubiertos de vegetación y/o revenidos.

Esta zona por la edad actual de los sedimentos no presenta fósiles de ningún tipo, por lo que se considera de nulo valor patrimonial paleontológico.

www.epresanjuan.gob.ar

b) Impacto paleontológico a lo largo de la traza propuesta para la Línea de alta tensión 132kV ET San Juan sur – ET La Bebida

Como se dijo anteriormente, la traza propuesta se emplaza sobre la faja pedemontana intermedia, la cual por su contenido de gravas y arenas de edad reciente no posee fósiles y por lo tanto su valor patrimonial paleontológico es nulo. No obstante, en algunas zonas del recorrido se han producido socavones que han dejado expuestas las rocas neógenas de alto valor patrimonial paleontológico.

Es por ello, que a fin de este informe se ha dividido el recorrido de la traza en tres secciones (Figura 4):

Sección 1: tramo comprendido entre la ET San Juan sur y Punto 1

Sección 2: tramo comprendido entre Punto 1 y Punto 2

Sección 3: tramo comprendido entre Punto 2 y la ET La Bebida

Las secciones 1 y 3 (Figuras 6 y 7) presentan las mismas propiedades pues en ellas no hay fenómenos de erosión relevantes que hayan dejado expuestas las rocas fosilíferas y de valor patrimonial paleontológico del Neógeno. En estas secciones la cubierta de acarreo de gravas, arenas y limos es continua.

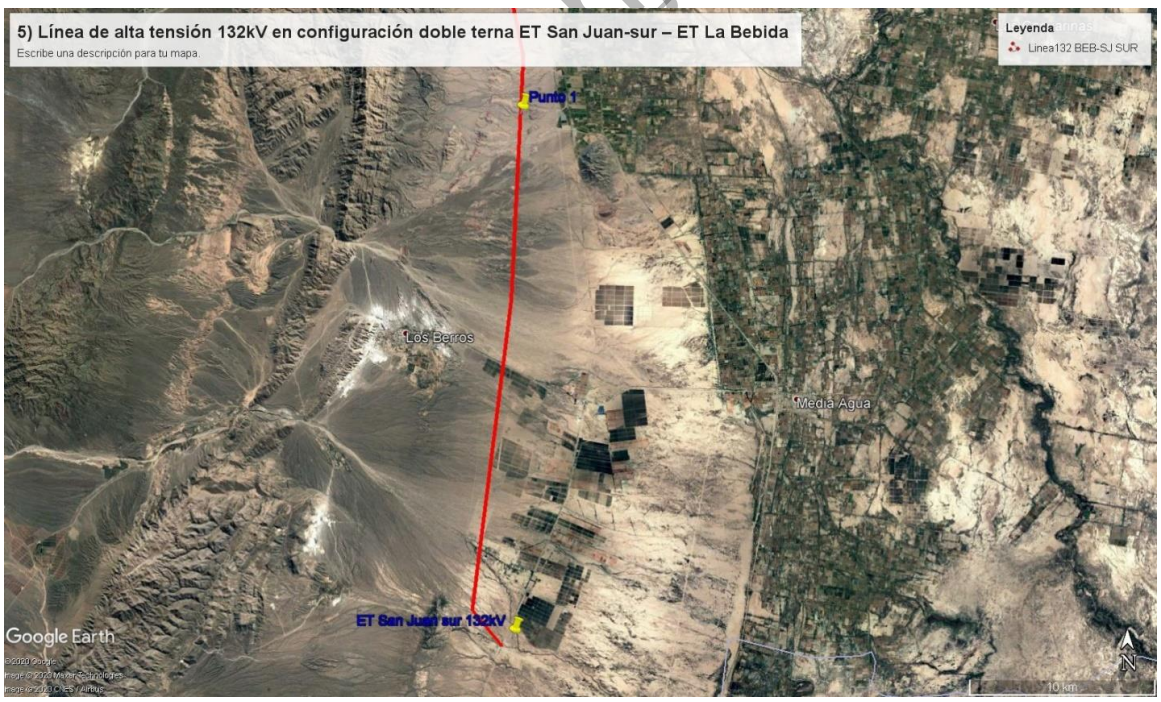


Figura 6. Sección de la traza comprendida entre la ET San Juan sur y el Punto 1. Obsérvese la ausencia de socavones relevantes que dejen expuestas las rocas Neógenas.

sanjuan.gob.ar

Los terrenos correspondientes a las secciones 1 y 2, al presentar una cubierta homogénea de sedimentos recientes (ver geología área pedemontana intermedia) en general de espesor considerable, no poseen valor patrimonial paleontológico, por lo que se considera factible la propuesta de ubicación de la traza de la línea.

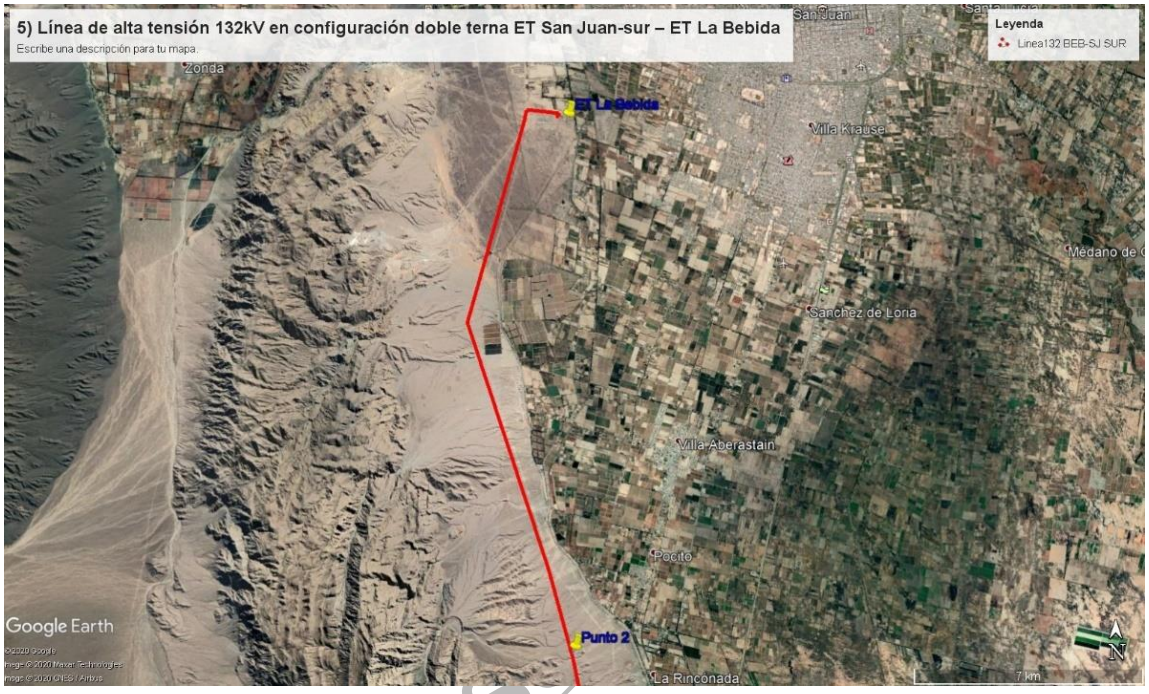


Figura 7. Sección de la traza comprendida entre el Punto 2 y la ET La Bebida. Obsérvese la ausencia de socavones relevantes que dejen expuestas las rocas Neógenas

www.epres

socavones relevantes que dejen expuestas las rocas Neógenas.

La sección 2, comprendida entre los Puntos de referencia 1 y 2 (Figura 8), corresponde también a una cubierta de gran espesor de sedimentos recientes (ver geología área pedemontana intermedia), los cuales son de valor patrimonial paleontológico nulo. No obstante, fenómenos erosivos fluviales han producido en esta sección la formación de socavones y causes que han dejado expuestas ventanas donde afloran las rocas neógenas (Figura 9).

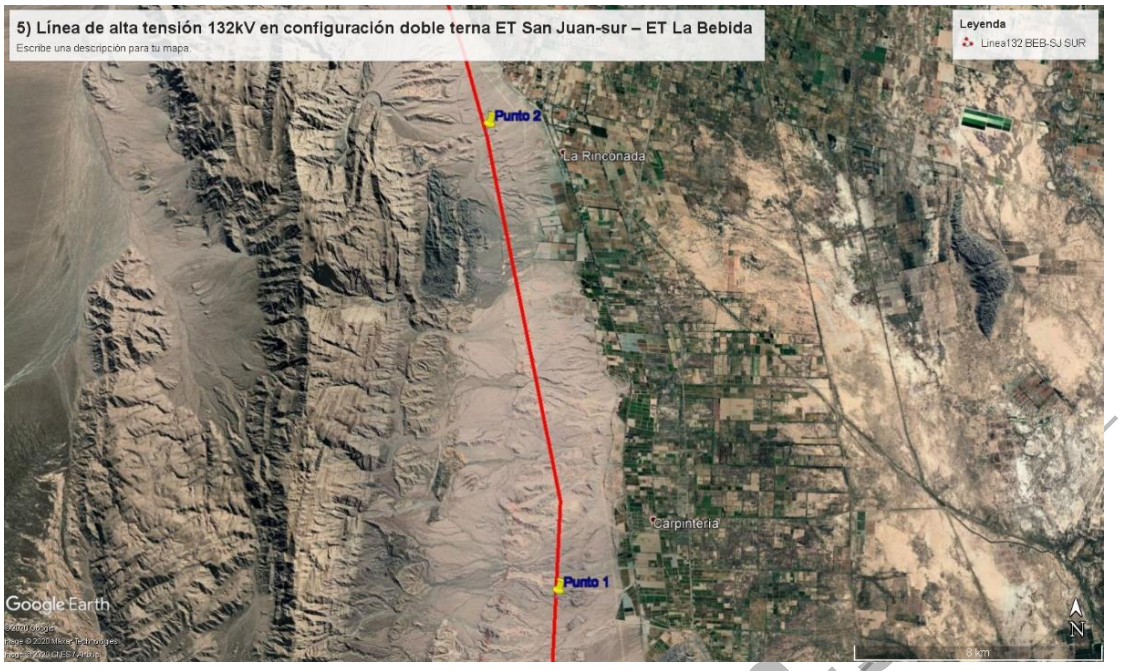


Figura 8. Sección de la traza comprendida entre los puntos 1 y 2.

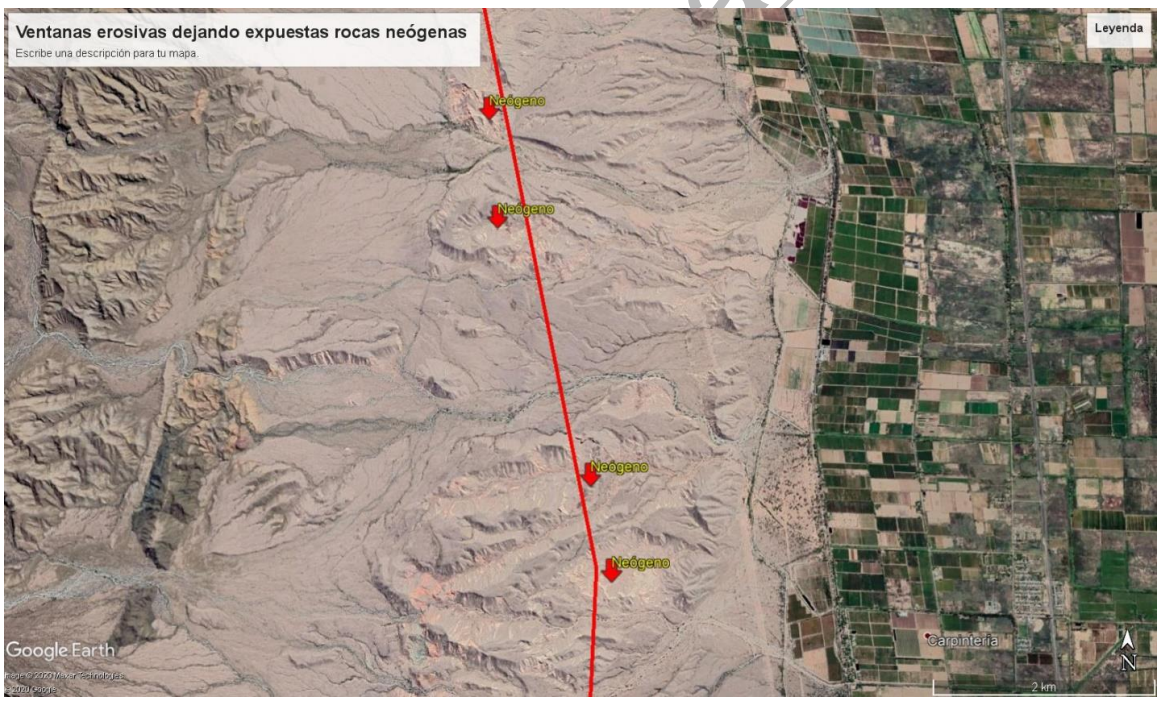


Figura 9. Detalle de la sección de la traza comprendida entre los puntos 1 y 2. Obsérvese la presencia de socavones y cauces que dejan expuestas rocas del Neógeno.

La sección comprendida entre los puntos 1 y 2, aunque presenta cubierta de sedimentos recientes (ver geología área pedemontana intermedia), también varias ventanas erosivas que dejan expuestas las rocas neógenas de potencial paleontológico y por lo tanto de valor patrimonial paleontológico alto. Por ello, esta sección posee riesgo patrimonial paleontológico dependiendo de dónde se implanten las bases y de la ubicación del camino de servidumbre.

Es por ello, por lo que se recomiendan dos opciones para esta sección:

Opción 1: En la zona comprendida entre los puntos 1 y 2 desplazar la traza 1 km al este.

Opción 2: De no ser posible desplazar la traza, se la considera factible, aunque con riesgo paleontológico. Por ello la etapa de construcción de la línea debe ser realizada con estricta supervisión paleontológica

www.epresanjuan.gob.ar

Referencias

Amos, A. J. 1954. Estructura de las formaciones paleozoicas de La Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica de Zonda (San Juan). Revista de la Asociación Geológica Argentina 9 (1): 538.

Archangelsky, S. y Arrondo, O. G. 1971. Paleophytologia Kurtziana III. 2. Estudio sobre el género Botrychiopsis Kurtz (= Gondwanidium Gothan) del Carbónico y Pérmico gondwánico. Ameghiniana 8: 189-227.

Archangelsky, S., Arrondo, O. G. y Leguizamón, R.R. 1995. Floras Paleozoicas. En: Stipanicic, P.N. y Hünicken, M.A. (Eds.), Revisión y actualización de la obra Paleobotánica de Kurtz en la República Argentina: 85-125. Academia Nacional de Ciencias.

Archangelsky, S., Azcuy, C. L., Wagner, R. H. 1981. Three dwarf lycophytes from the Carboniferous of Argentina). Scripta Geologica 64: 1-35.

Bercowski, F., Berenstein, L. R. de, Johnson, N. M., y Naeser, C. W. 1986. Sedimentología, magnetoestratigrafía y edad isotópica del Terciario en Loma de Las Tapias, Ullum, provincia de San Juan. 1º Reunión Argentina de Sedimentología, Asociación Argentina de Sedimentología: 169-172. La Plata.

Bercowski, F., Berenstein, L. R. de, Johnson, N. M. y Naeser, C. W. 1987. Litofacies y paleoambientes del Terciario en Loma de Las Tapias, Ullum, provincia de San Juan, Argentina. 10º Congreso Geológico Argentino, Asociación Geológica Argentina, Volumen 2: 101-104. Buenos Aires.

Bercowski, F. 1993. Facies piroclásticas en el Terciario del Valle de Iglesia, provincial de San Juan, Argentina. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Volumen 4: 206-215. Mendoza.

Bercowski, F., Ruzycki, L., Jordan, T. E., Zeitler, P., Caballero, M. M., y Pérez, I. 1993. Litofacies y edad isotópica de la secuencia La Chilca y su significado paleogeográfico para el neógeno de Precordillera. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Volumen 1: 212-217. Mendoza.

Berg, C. 1891. La formación carbonífera de la República Argentina. Anales de la Sociedad Científica Argentina 31: 209-212.

Bodenbender, G. 1902. Contribución al conocimiento de la Precordillera de San Juan, de Mendoza, y de las sierras centrales de la República Argentina. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias 17 (2): 203-261.

Brackebusch, L. 1888. Mapa geológico del interior de la República Argentina. Instituto Geográfico de C. Hellfarth.

www.epresanjuan.gob.ar

César, S. N., Gutiérrez, P. R. 2001. Palynostratigraphic study of the Upper Paleozoiccentral-western Argentinian sequences. Palynology 24:113–146.

César, S. N., Limarino, C. O., Gulbranson, E. L. 2011. An Upper Paleozoic biochronostratigraphic scheme for the western margin of Gondwana. Earth-Science Reviews 106 (1): 149- 160.

Contreras, V. H. 2000. El Neógeno tardío de Loma de Las Tapias-Quebrada de Ullum. Departamentos Ullum, Albardón y Rivadavia, Provincia de San Juan: Revista Ciencias, Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, CD-ROM: 1-11.

Contreras, V.H. 2005. Hallazgo de un cocodrilo aligatórido y mamíferos marsupials neógenos en una caverna cárstica del sur de la provincia de San Juan. Informe Técnico Preliminar, inédito. Empresa La Buena esperanza: 1-16. San Juan.

Contreras, V. H. y Hernández, J. E. 2006. Hallazgo de un cocodrilo aligatórido y mamíferos marsupiales neógenos en una caverna cárstica en el sur de San Juan. 22º Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Ameghiniana 43 (4): 32R. San Juan.

Frenguelli, J. 1944. Apuntes acerca del Paleozoico Superior del noroeste argentino. Revista del Museo de La Plata (nueva serie) Geología 2 (15): 213-245.

Frenguelli, J. 1946. Consideraciones acerca de la» Serie de Paganzo» en las provincias de San Juan y La Rioja. Revista del Museo de La Plata (nueva serie). Geología 2 (18): 313-376.

Gulbranson, E. L., Montañez, I. P., Schmitz, M. D., Limarino, C. O., Isbell, J. L., Marenssi, S. A., Crowley, J.L. 2010. High-precision U–Pb calibration of Carboniferous glaciation and climate

history, Paganzo Group, NW Argentina. Geological Society of America Bulletin 122: 1480-1498.

Gutiérrez, P. R., César, S. N. 1987. Nuevos elementos microflorísticos de la Formación Jejenes (Carbónico) provincia de San Juan. Asociación Geológica Argentina, Serie A, Monografías y Reuniones 2 (1986): 168-173.

Kurtz, F. 1895. Contribuciones a la palaeophytología argentina.I. Botrychiopsis, un género nuevo de las Cardiopterideas. Revista del Museo de La Plata 6: 119-124.

Limarino, C. O., Spalletti, L. A., Colombo Piñol, F., 2010. Evolución paleoambiental de la transición glacial-postglacial en la Formación Agua Colorada (Grupo Paganzo), Carbonífero, Sierra de Narváez, NO argentino. Andean Geology 37 (1): 121-143.

www.epresanjuan.gob.ar

Ramos, V. 1999. Los depósitos sinorogénicos terciarios de la región Andina. Geología Argentina, Anales 29 (22): 651-682. Buenos Aires.

Ramos, V. A.; Cegarra, M.; Lo Forte, G. y Comínguez, A. 1997. El frente orogénico en la sierra de Pedernal (San Juan, Argentina): su migración a través de los depósitos orogénicos. 8º Congreso Geológico Chileno, Acta 3: 1709-1713. Antofagasta.

Ruzycki de Berenstein L. 1987. Interpretación paleoambiental de la Formación Retamito en la quebrada Río del Agua, San Juan. I Jornadas sobre Geología de Precordillera (San Juan 1985). Asociación Geológica Argentina, Serie A-Monografías y Reuniones 2 (1986): 265-270, Buenos Aires.

Ruzycki de Berenstein L., Bercowski F. 1988. Variaciones composicionales en psamitas neopaleozoicas de la quebrada de Río del Agua (Precordillera sanjuanina, Argentina) y sus implicancias paleoclimáticas. 2° Reunión Argentina de Sedimentología. Actas: 232-235, Buenos Aires.

Szajnocha, L. 1891. Übereinige carbone Pflanzenresteaus der ArgentinischenRepublik. Sitzungsberichte der KaiserlichenAkademie der Wissenchaften: 203-213.

Stappenbeck, R. 1910. La Precordillera de San Juan y Mendoza. Anales de la sección Geología, Minería y Mineralogía del Ministerio de Agricultura 4 (3): 1-187

www.epresanjuan.gob.ar