http://hidrosantacruz.com.ar/wp-content/uploads/2019/02/5.05_IA_Geologia-y-geomorfologia-Anexo.pdf

Aprovechamientos hidroeléctricos del río Santa Cruz . Estudio de Impacto Ambiental . . 5.5 . Geología y geomorfología

Durante el llenado de los embalses Néstor Kirchner y Jorge Cepernic serán modificados en forma progresiva los siguientes factores geológicos situados en el valle del río Santa Cruz: • Morfometría y dinámica del río Santa Cruz • Morfometría y dinámica de los tributarios del río Santa Cruz • Unidades y subunidades geomórficas • Estabilidad de las pendientes (Proceso de Remoción en Masa) • Sistema hidrogeológico • Registro estratigráfico de las glaciaciones Arroyo Verde y El Tranquilo

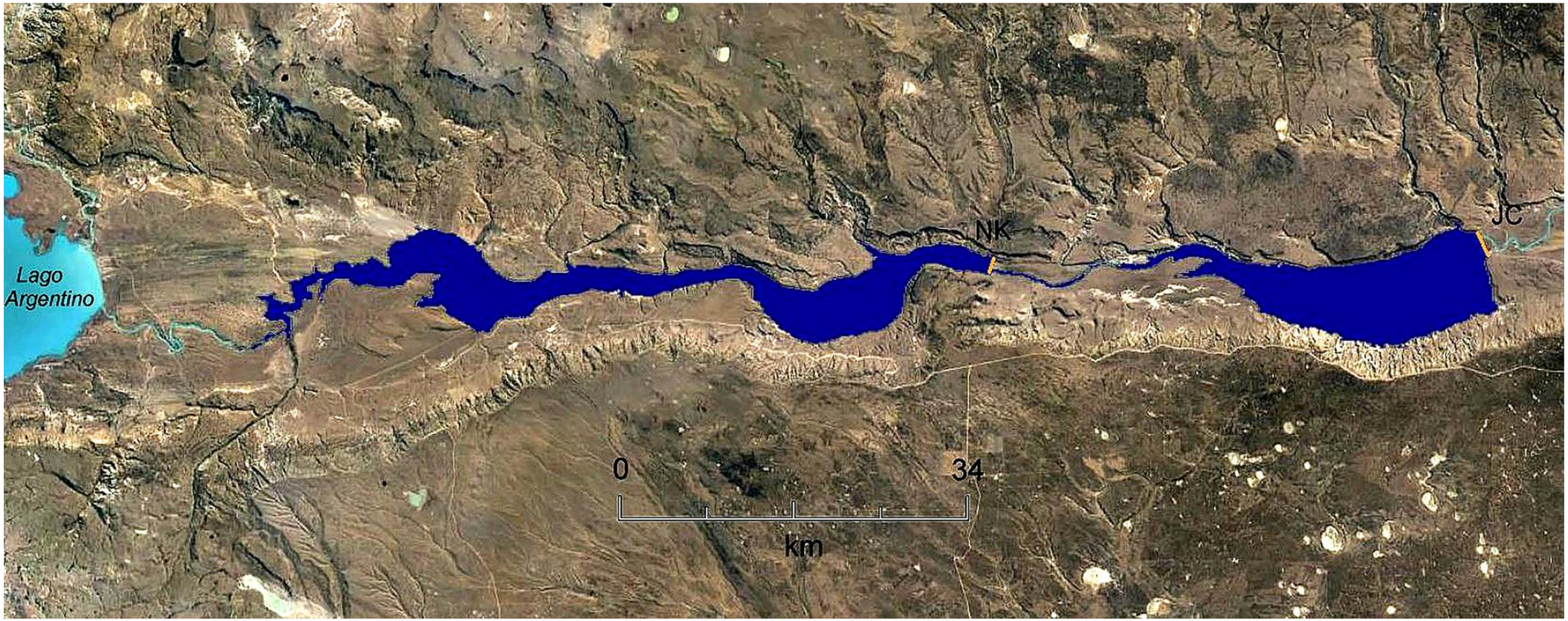
La mayor parte de las fracciones clásticas introducidas al cauce por el referido mecanismo de erosión marginal, especialmente las que ingresan a partir de la progresiva de los 85 km (medidos desde el nacimiento del río Santa Cruz) y hasta la desembocadura en el océano, corresponden a acumulaciones que fueron depositadas bajo condiciones muy diferentes a las actuales, por corrientes tractivas superlativas relacionadas con el drenaje súbito de un paleolago que se situaba 45 km al oeste del cierre Néstor Kirchner. Se trata en general de gravas de diversa granulometría, bloques, gravas y arenas, estas últimas con una participación subordinada. Estos depósitos solo pueden ser distribuidos muy localmente a partir de las corrientes actuales del río Santa Cruz.

Como se indicó precedentemente, con la generación de los dos lagos artificiales tendrá lugar la desaparición total de la morfometría fluvial del río Santa Cruz (cauce y llanura de inundación) en las secciones que serán inundadas. Además afectara en forma parcial niveles de terrazas glacifluviales inferiores e intermedios y secciones distales y marginales de pendientes labradas sobre sedimentitas de edad terciaria y acumulaciones vinculadas con movimientos de remoción en masa de diversa tipología

Según un análisis Causa-Efecto el Impacto es Directo ya que tiene una incidencia inmediata en todos los factores ambientales involucrados. De acuerdo a la interrelación de Efectos, a partir del análisis de los procesos geológicos que tie-

nen lugar en este ambiente, se califica como un Impacto Sinérgico ya que la inundación dará lugar a la generación de otros eventos dinámicos en otros parámetros geológico-ambientales tales como la modificación de sistemas hidrogeológicos, la estabilidad de pendientes y la variación de tasas de erosión y transporte en otras secciones fluviales del río Santa Cruz y sus tributarios.

Finalmente analizando la necesidad de la aplicación de medidas correctoras el Impacto Ambiental es Crítico ya que el efecto da lugar a la perdida permanente de los factores ambientales considerados, sobre los que no es posible su recuperación ni tampoco la aplicación de medidas correctoras. Finalmente su Probabilidad es Alta.



Tramos del río Santa Cruz no afectados directamente por la generación de los lagos artificiales

En los tramos fluviales no alcanzados por la formación de los espejos de aguas también se prevé que ocurran cambios en las tasas de transporte, erosión y acumulación actuales, aunque en estos casos las variaciones serán en plazo mediano a largo y sus magnitudes de baja importancia.

A continuación de la generación de los lagos artificiales quedarán dos secciones fluviales sin inundar, la primera de ellas de aproximadamente 9 km de longitud estará situada entre la que será la cola del embalse Néstor Kirchner y la embocadura o nacimiento del río Santa Cruz en el lago Argentino, y otra, más extensa y de aproximadamente 179 km, que se localizará entre la presa Jorge Cepernic y la desembocadura del río en el Océano Atlántico. A ambas se las describe a continuación.

a) Sección Superior – Tramo de desvinculación entre el embalse NK y el Lago Argentino

b) Sección Media e Inferior del río Santa Cruz entre el pie de la Presa Jorge Cepernic y su desembocadura en el océano Atlántico Actualmente los sedimentos finos son los componentes clásticos que mayoritariamente podrían ser transportados en la sección fluvial referida, ya sea por arrastre como carga de fondo o en suspensión.

Estos sedimentos tiene tres fuentes de origen principales: los que proviene de los aportes que llegan desde la sección superior del río vinculados con la dinámica fluvio-lacustre descripta precedentemente, los que proporciona la red tributaria y los incorporados por los procesos de divagación locales del rio Santa Cruz, especialmente a partir de la erosión de las pendientes de corte de los meandros excavados del tipo esculpidos en el cuerpo de la acumulaciones glacigénica.

No se considera para esta sección, por estar aguas abajo de la obra, la que proporciona el río Chico en su confluencia con la sección distal del río Santa Cruz y la que en gran medida es incorporada por los procesos marinos litorales en el tramo fluvial distal en el cual existe una condición mareal. La construcción de las presas solamente modificara las transferencias de las tres primeras fuentes mencionadas pero no actuara sobre los aportes de las otras dos

El tramo considerado configura un largo corredor fluvial de 179 km donde a partir de la formación de los lagos artificiales las tendencias de erosión, transporte y sedimentación diferirán parcialmente a las descriptas precedentemente para la sección superior (tramo de desvinculación), fundamentalmente debido a que ambas presas se comportaran como trampas clásticas al recepcionar y retener los sedimentos que actualmente son transportados por el río Santa Cruz por arrastre como carga de fondo y como carga en suspensión a lo largo del tramo que será inundado.

Teniendo en cuenta la falta de información que existe para este sector en los temas relacionados con carga clástica transportada y sedimentada, se puede considerar un esquema teórico según el cual se incrementará la capacidad de la erosión fluvial en el tramo analizado ya que el agua a la salida de la presa Jorge Cepernic estará desprovista de carga, incluso en suspensión, situación que daría lugar a una profundización del cauce de poca magnitud, en un entorno geográfico situado aguas abajo y cercano a la presa, el que además estaría acompañado de una estabilización del cauce al atenuarse la divagación lateral.

Asimismo, acompañando este proceso podrían tener lugar en el tramo referido desarrollos leves de carcavamiento local sobre las terrazas adyacentes al cauce. La baja incidencia que se le adjudica a estos proceso de profundización local y carcavamiento marginal se discuten a continuación.

El volumen de la carga que ingresa en el nacimiento del río por deriva de playa y por suspensión no se ha podido cuantificar hasta el presente pero de acuerdo a las descripciones contenidas en el ítem a) Sección Superior – Tramo de desvinculación entre el embalse NK y el Lago Argentino, se estima que las trasladadas por las corrientes tractivas como carga de fondo serian de magnitud limitada.

Estos componentes clásticos actualmente contribuyen a la formación de las barras laterales y centrales que están presentes en la sección superior del río, sin ingresar a los tramos medios e inferiores. Incluso se destaca que en varias localidades del curso superior las arenas fluviales son exportadas fuera del cauce por la acción eólica cuando el río está en estiaje y las arenas que componen las barras laterales están secas.

En relación a las fracciones clásticas que provienen de las restantes dos fuentes, desde los tributarios y de los procesos de erosión lateral del río Santa Cruz, se destacan las siguientes consideraciones.

La mayor parte del curso del río Santa Cruz se localiza encajado en el cuerpo de una terraza de acumulación que acompaña al cauce activo como una faja de ancho regular y en la cual es mayoritaria la presencia de gravas gruesas e incluso bloques de gran tamaño, con muy baja participación de granulometrías arenosas.

Solo una porción menor de estos depósitos pueden ser trasladados por los caudales actuales del río Santa Cruz, mientras que las mayoritarias fracciones clásticas gruesas solamente pueden ser removidas localmente a partir de su erosión marginal.

Esta acumulación puede reconocerse sin demasiadas variaciones en diferentes secciones fluviales localizadas aguas arriba del cierre Néstor Kirchner, a partir de la progresiva de 85 km medida esta magnitud desde el nacimiento del río en el Lago Argentino, en el ámbito de ese cierre (Figuras 19 y 20), entre ambas presas e incluso aguas abajo de la presa Jorge Cepernic hasta la sección del estuario.

De hecho, la ciudad de Comandante Luis Piedrabuena está fundada sobre esta acumulación que se caracteriza por su uniformidad granulométrica y la estructura de sedimentación torrencial que tiene a lo largo de más de 295 kilómetros.

La ausencia en este depósito de una clara zonación granulométrica y deposicional, que debería estar presente a lo largo de un recorrido desde la cuenca superior a la inferior con granulometrías progresivamente más finas en esa dirección y niveles de arenas e incluso limos interestraficados con lentes de gravas gruesas, como en cambio se observa en las restantes acumulaciones glacifluviales que se localizan en las terrazas superiores que en su mayor parte acompañan al rio aunque fuera de su alcance (Figura 21), tiene una explicación cuando se revela cual fue el origen del referido nivel de terraza en el cual se encuentra indentado el río Santa Cruz.

Figura 20. La línea blanca señala la esquina sudoeste de la excavación, mientras que las flechas celeste y blanca indican las paredes de rumbo Norte 80º Oeste y Norte 10º Este respectivamente, lo permite obtener la inclinación real de la estructura diagonal y el vector de la corriente tractiva torrencial que acumulo al conglomerado.

Figura 21. Depósito típico de ambiente de acumulación de planicies glacifluviales vinculadas con las glaciaciones ocurridas en la cuenca del Lago Argentino. Se interestratifican gravas con bancos de arenas gruesas, medianas y finas e incluso limos con laminación.

Los estudios realizados en la cuenca superior, especialmente los vinculados con las últimas glaciaciones pleistocenas, permitieron determinar que se trata de una acumulación que fue estructurada a partir de un evento de creciente catastrófica que tuvo lugar en el valle del río Santa Cruz.

El mismo estuvo relacionado con el drenaje súbito de un antiguo lago glaciario denominado Paleolago Argentino (Strelin y Malagnino, 1996) que se situaba entre las estancias La Victoria y La Martina.

En estas localidades se puede observar la presencia de numerosas paleoformas lacustres generadas por la dinámica de un antiguo lago proglaciario cuyo origen y límite oriental corresponden al tercer arco morénico del estadial de la Glaciación Arroyo Verde II depositado durante la Penúltima Glaciación Patagónica (Figura 22 y Anexo Mapa Geomorfológico del tramo superior del río Santa Cruz y margen oriental del Lago Argentino).

En cambio se ignora cual pudo ser su límite occidental ya que con posterioridad a su existencia la cuenca lacustre fue cubierta por los depósitos morénicos frontales del estadial El Tranquilo I que tuvo lugar durante la Última Glaciación Patagónica.

En la actualidad gran parte de lo que fue su cuenca, especialmente su piso, está cubierta por las acumulaciones glacifluviales de las glaciaciones El Tranquilo I y El Tranquilo II. En la Figura 22 se ilustra la localización del Paleo Lago Argentino y su relación con los sistemas morénicos correspondientes a las glaciaciones Arroyo Verde que constituyeron su endicamiento frontal y las vinculadas con El Tranquilo I y II.

Luego del retroceso de las glaciaciones correspondientes a las morenas del Arroyo Verde I y Arroyo Verde II, en la cuenca abandonada se formó el Paleolago Argentino que desaguaba por el ancestral Río Santa Cruz. Lo hacía cortando a las referidas morenas frontales y sus correspondientes depósitos glacifluviales, dando lugar inicialmente a un drenaje progresivo del cuerpo de agua.

Las 22 paleocostas lacustres que se extienden entre las cotas de 280 m y 195 m son indicadoras de esta situación. Sin embargo, durante la última etapa el vaciado del paleolago fue súbito al descender rápidamente como mínimo 50 metros.

La masa de agua en movimiento al recorrer el valle configuro una superficie de transporte fluvial muy extensa y dejo una notable acumulación a partir de las proximidades del antiguo punto de efluencia que se extendió hasta el océano Atlántico

El depósito se caracteriza por presentar en su superficie una serie de crestas y lomadas de rodados cuya disposición espacial permite reconstruir un hábito divergente en su zona proximal al desagüe. Desde esta localidad, esta acumulación se puede seguir claramente a lo largo del piso del valle del Río Santa Cruz en toda su longitud.

Las lomadas superficiales se componen por rodados de hasta 0,30 m de diámetro, se elevan hasta 3 m sobre el nivel medio de la terraza y alcanzan longitudes de algunas decenas de metros. Se trata de megaóndulas asociadas al vaciado repentino del paleolago durante la etapa póstuma de su evolución.

La morfología superficial es muy monótona y difiere radicalmente con la que tienen las planicies glacifluviales inactivas, en las cuales se puede ver un paleoregistro de cauces de hábito mega anastomosado compuesto de paleocauces y paleobarras de gran escala (Figura 23)

Figura 23. En la imagen de la izquierda se observa la morfología superficial de la terraza adyacente al Río Santa Cruz, la que se exhibe con un aspecto general homogéneo de textura uniforme. En la imagen de la derecha se ilustra una te-

rraza glacifluvial alta situada en margen derecha del Río Santa Cruz, con un sistema de paleocauces (canales de habito megaentrelazado de tonos claros y textura moteada) y paleobarras de textura regular.

Ambas imágenes tienen la misma escala Desde el extremo oriental del paleolago la masa de agua se movió hacia la cuenca inferior recorriendo una distancia de 230 kilómetros, lo que probablemente ocurrió en sincronía con el avance temprano de la Glaciación El Tranquilo I.

Durante su desplazamiento dio lugar a procesos de erosión y acumulación fluvial generalizados en terrazas glacifluviales previas, sobrepasándolas hasta valores de una magnitud de 20 m de altura. A lo largo de su recorrido gatillo numerosos procesos de remoción en masa en gran parte de los laterales del valle, especialmente en las secciones donde por efecto de las variaciones de rumbo que se presentaban, el flujo choco contra ellos dando lugar a vibraciones y efectos erosivos concentrados sobre el pie de pendientes potencialmente inestables.

Al arribar a la localidad de Cerro Fortaleza, situada a 12 km al oeste de la sección del valle donde se proyecta el cierre de la presa Néstor Kirchner, los paleo indicadores morfológicos observados del tipo megaóndulas y geoformas residuales aerodinámicas existentes sobre las terrazas, indican que la masa de agua impacto casi frontalmente sobre la sección austral de la meseta, situación que desestabilizo sus pendientes y dio lugar en forma simultánea a los numeroso movimiento de remoción en masa que se observan en esta comarca.

A partir del registro morfológico de indicadores cinemáticos y las características internas del depósito, se puede definir cuál fue el vector de dirección de corriente que tenía el flujo en movimiento en la localidad de la figura 24 (flecha roja), el que luego de superar un nivel de terrazas previo de la Glaciación Arroyo Verde, choco contra la esquina austral del Cerro Fortaleza dando lugar al corte de su pie pendiente, lo que desencadeno movimientos de remoción en masa generalizados (rastra amarilla).

En la escena a) se puede ver una ampliación de una geoforma residual de un nivel de terraza glacifluvial sobre la cual paso el flujo remontando desniveles de más de 15 m y en b) se reconoce claramente el sistema de megaóndulas de dis-

tinta escala transversales al flujo hídrico, algunas de las cuales tienen una longitud de onda de 70 m y que internamente se componen de bloques y gravas gruesas.

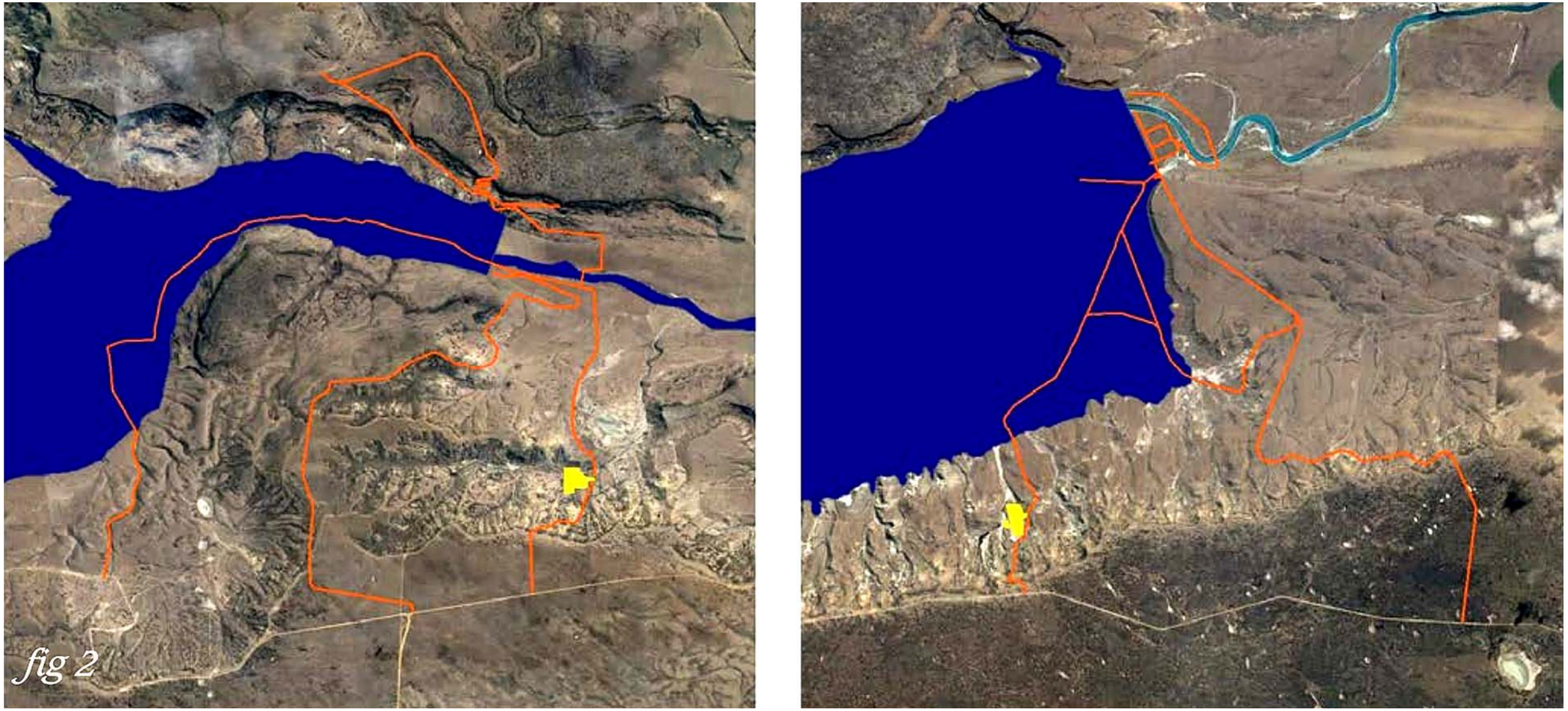


Figura 2. Área de los cierres de las presas Néstor Kirchner (izquierda) y Jorge Cepernic (derecha) donde se indica la localización de caminos (trazas anaranjadas) y villas (polígono amarillos)

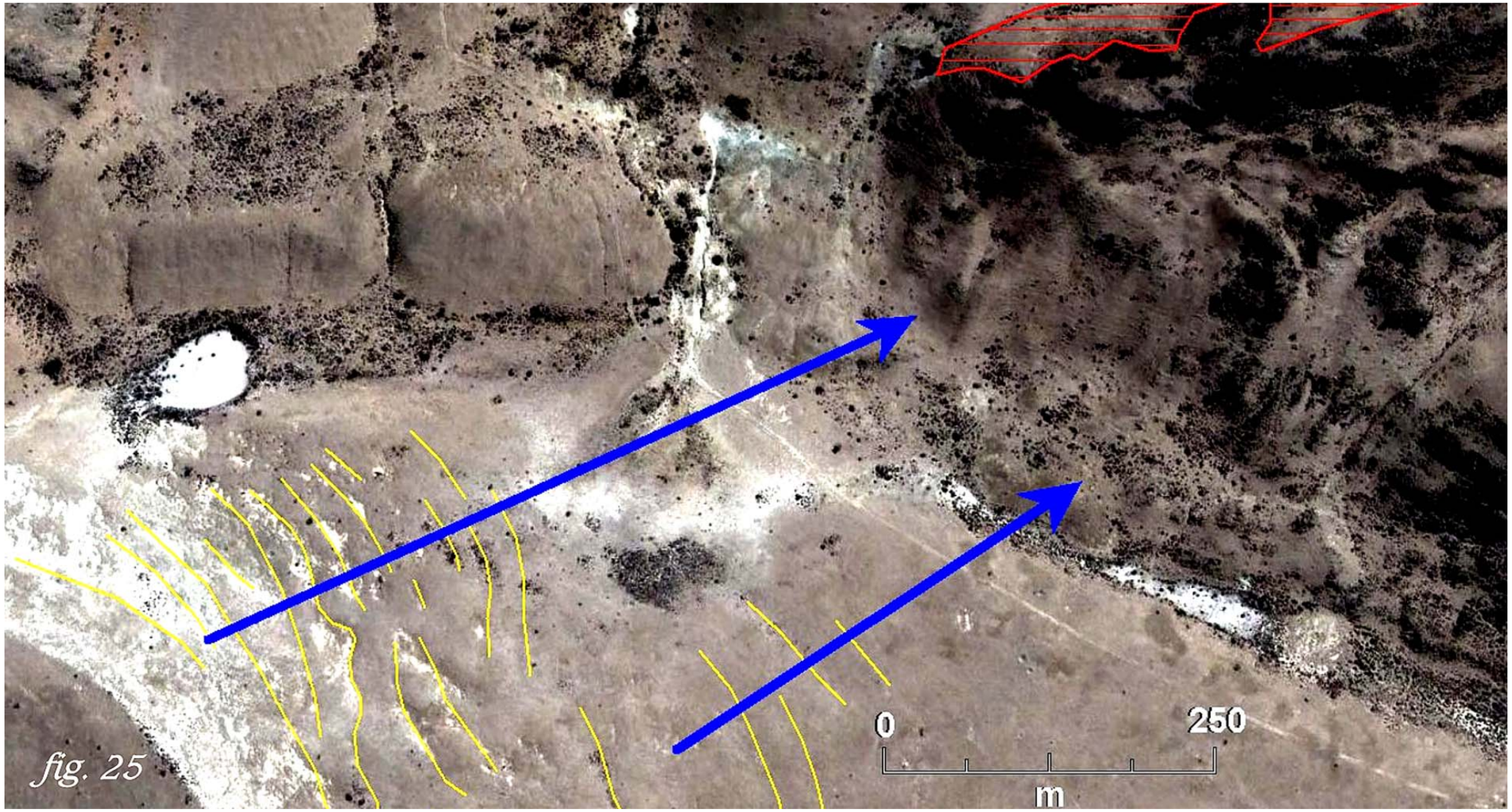


Figura 25. Comarca del cierre Néstor Kirchner en el cual se presentan una serie de crestas (localizadas entre las trazas amarillas) vinculadas con megaóndulas que fueron formadas por el ingreso de una creciente catastrófica. Estas geoformas permiten confirmar que los vectores de dirección de la corriente (flechas azules) impactaron casi normalmente el pie de la pendiente socavándola rápidamente y en conjunción con otros factores acompañantes (vibraciones) promovieron su caída extendida. La rastra roja señala el borde sur de una expansión lateral probablemente desencadenado por este evento.

En la localidad del cierre Néstor Kirchner (Figura 25) la llegada del flujo fue el factor externo que desencadeno la mayor parte de los movimientos de remoción en masa que afectan su lateral izquierdo.

En cambio, sobre la margen derecha de esta sección del valle, si bien las características estratigráficas y estructurales son similares a las que se presentan en la vertiente austral del cerro Fortaleza, los movimientos gravitacionales son menos importantes debido a que esta comarca estuvo al reparo del movimiento del agua.

Estos gráficos pertenecen a las imágenes inmediatas siguientes

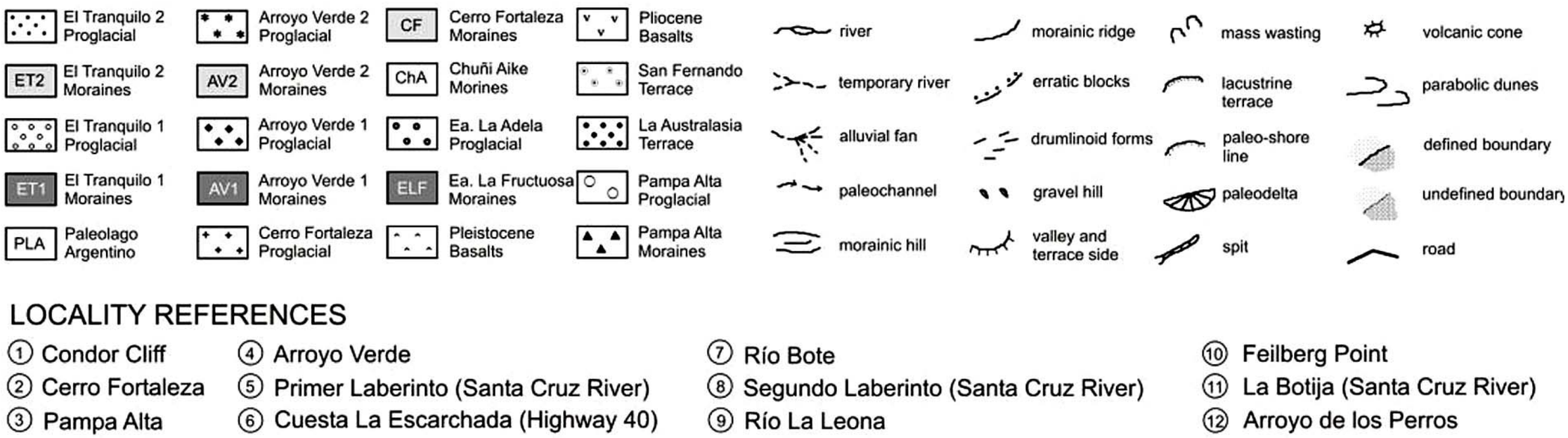
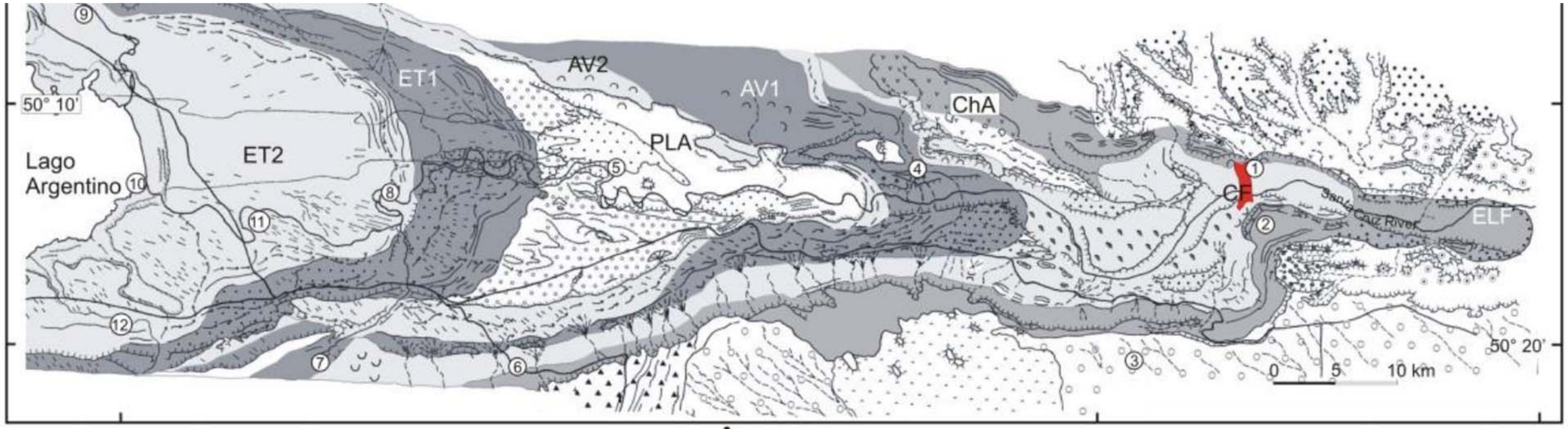
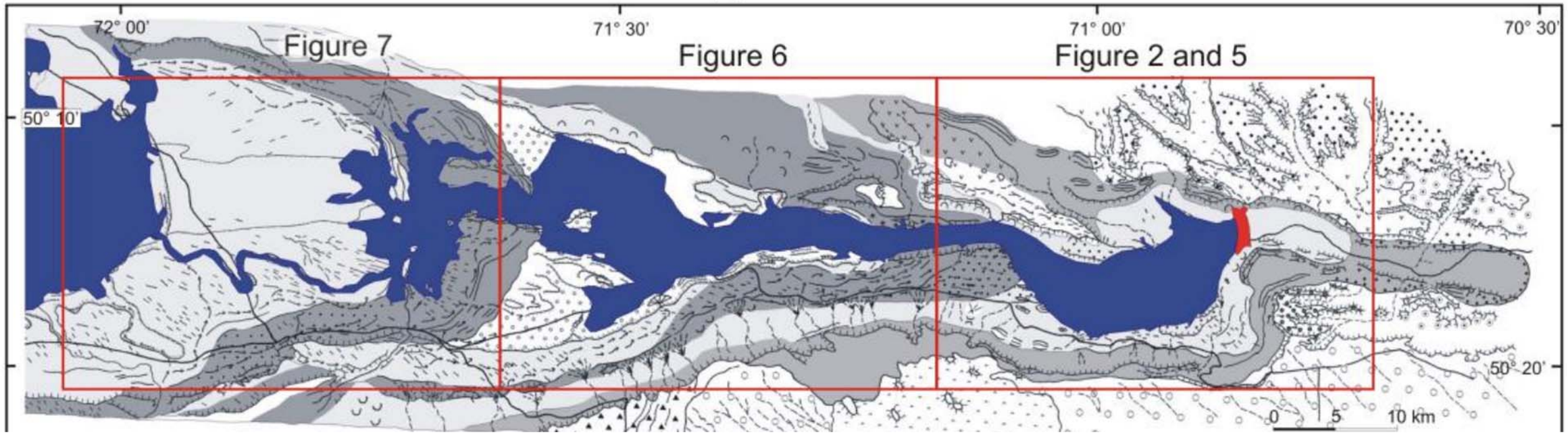
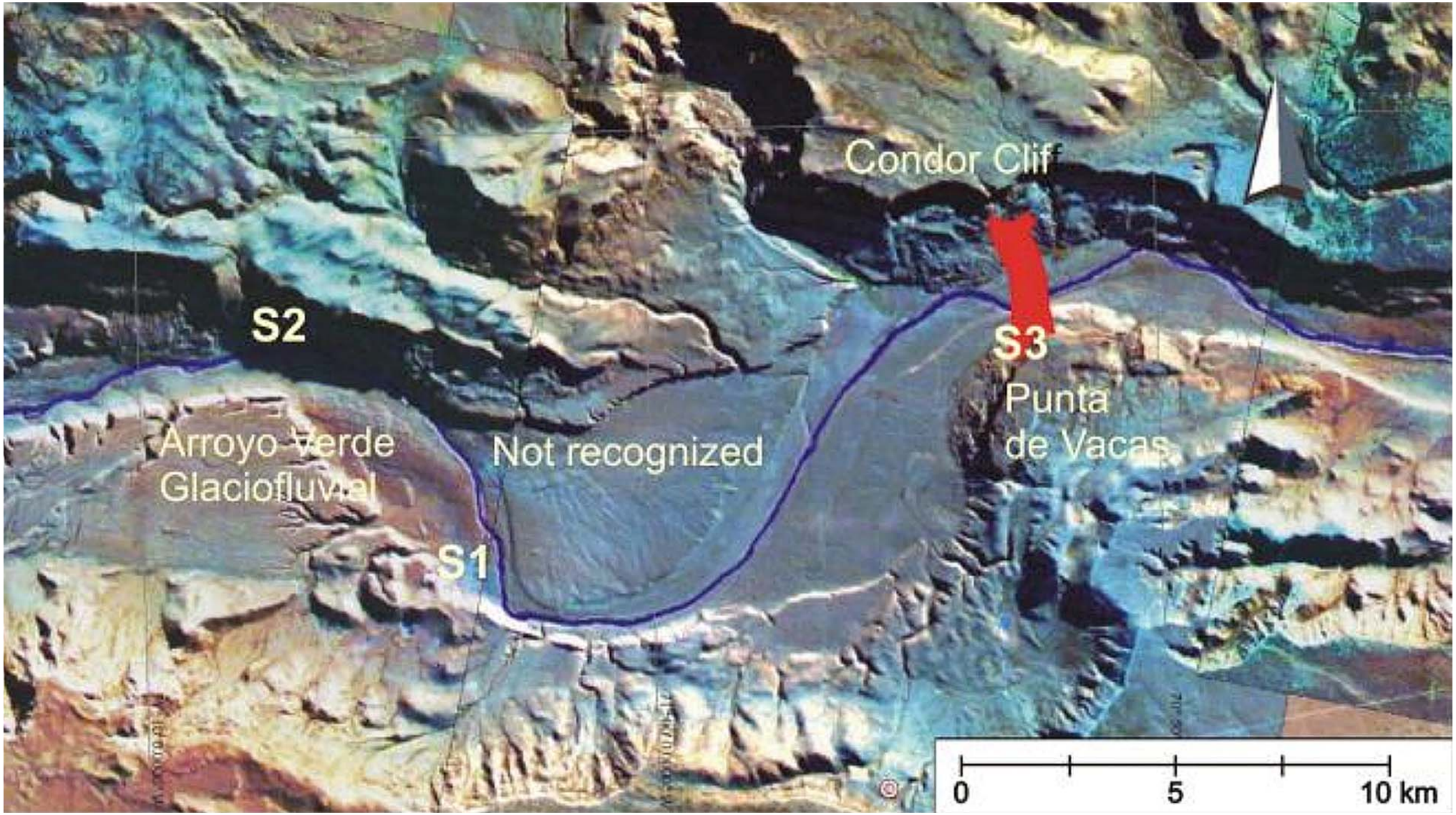


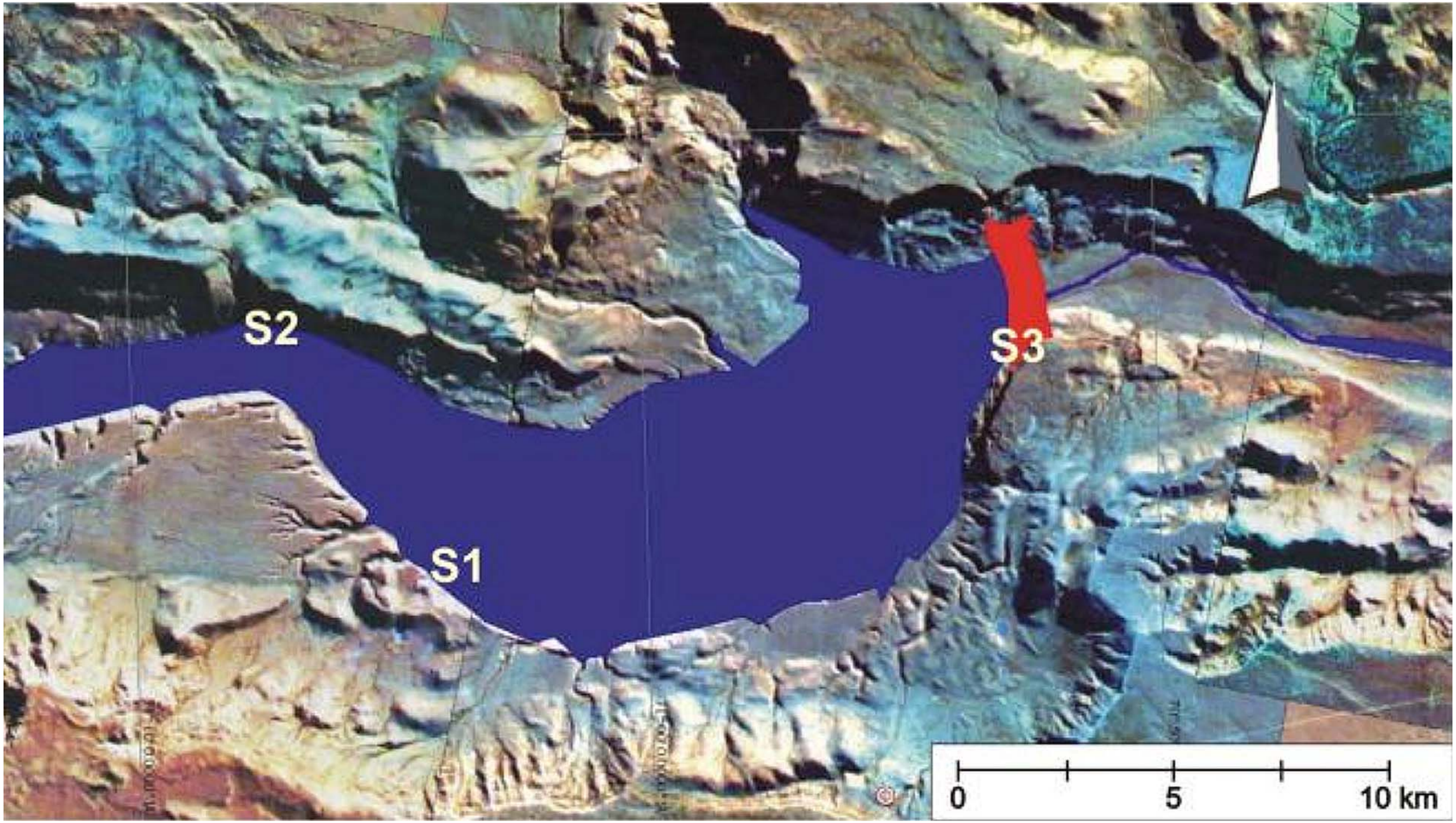
Figure 4 - (A) Landforms generated during the glacier advances that shaped the upper SCRV. (B) In blue is the planned Condor Cliff dam reservoir, showing to what extent the different glacial landforms will be flooded. Note that the increase of Lago Argentino area is because of the possible 2 m rise of the lake. The red frames are indicating the location of Figures 2, 5, 6, and 7.


50° 10'
Lago
Argentino
ET2
ET1
AV2
AV1
PLA
ChA
CF
Santa Cruz River
ELF
50° 20'
0 5 10 km

A


72° 00'
71° 30'
71° 00'
70° 30'
Figure 7
Figure 6
Figure 2 and 5
50° 10'
50° 20'
0 5 10 km


Condor Clif
S2
S3
Punta
de Vacas
Arroyo Verde
Glaciofluvial
Not recognized
S1
0
5
10 km


S2
S3
S1
0
5
10 km

This section was later visited and reinterpreted by Mercer et al. (1975) and Strelin and Malagnino (2009) (Figure 3). Similar to Rincón de las Vacas in the south, Darwin's section is located at the place were Condor Cliff dam will be anchored on the northern side of SCRV.

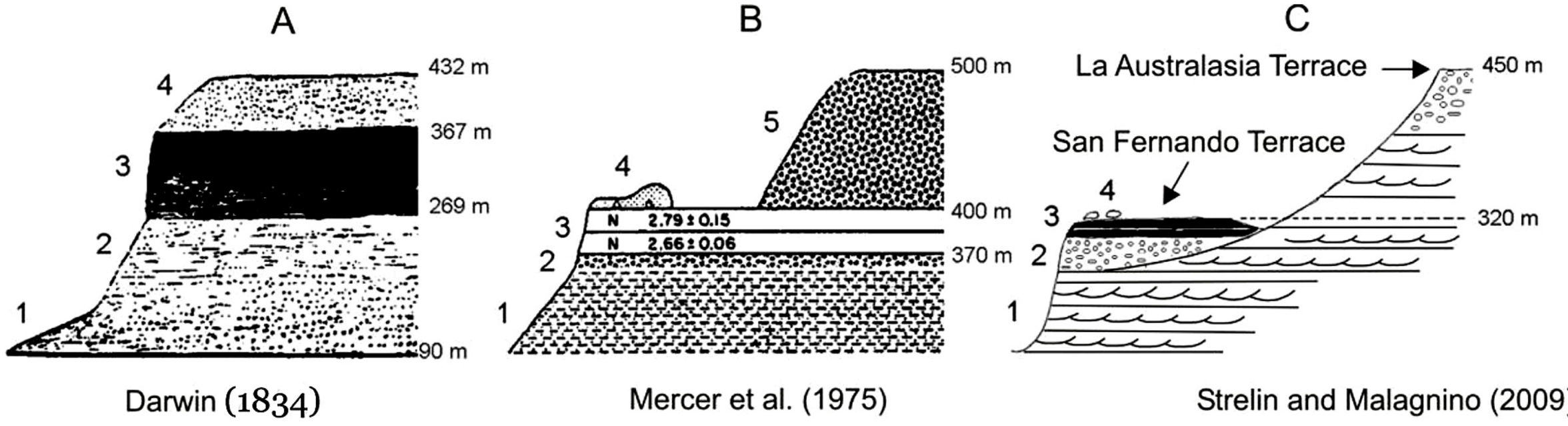


Figure 3 - Condor Cliff according to (a) Darwin's interpretation (1834), *(b) Mercer et al. (1975), and (c) Strelin and Malagnino (2009). 1) Santa Cruz Formation, 2) San Fernando Terrace alluvium (Strelin et al., 1999), 3) Condor Cliff Basalts, 4) Erratic blocks of the Estancia La Fructuosa Moraine (Strelin,1995), 5) post Pliocene gravel strata (Mercer et al., 1975).*

El drenaje súbito del Paleolago Argentino y la creciente que se desplazó y sedimento sus componentes clásticos en el valle del río Santa Cruz tuvieron un efecto superlativo sobre la evolución posterior que adquirió este curso fluvial, especialmente en lo relativo al hábito de su plataforma fluvial y la dinámica de la recepción clástica, erosión, transporte y sedimentación.

Por ejemplo, el piso del valle fue severamente aluviado (cauce y niveles de terrazas glacifluviales) por una acumulación de registro morfológico irregular, de tal forma que gran parte de los cursos fluviales tributarios quedaron desconectados del río Santa Cruz, situación que todavía se mantienen para muchos de ellos, inhibiéndose así el ingreso de los sedimentos que aportaban antes del evento.

Estos cursos fluviales al perder su conexión directa muestran actualmente cauces derivados hacia el este que se desplazan paralelamente al río Santa Cruz, depositando sus componentes clásticos sobre la acumulación torrencial sin transferirlos al río. (Figura 26)

Figura 26. Se ilustra mediante flechas azules los cursos tributarios que descienden de la margen derecha del río Santa Cruz, bloqueados y derivados hacia el este por las acumulaciones propias del evento catastrófico (pantalla marrón). Al quedar desconectados, sedimentan sobre estas su carga clástica fina, proporcionada por la erosión de las sedimentitas terciarias, mediante la generación de conos y cauces entrelazados (patrones reflectivos de color blanco). Las flechas rojas señalan los movimientos de remoción en masa desencadenados por el choque de la creciente súbita sobre la margen izquierda del valle.

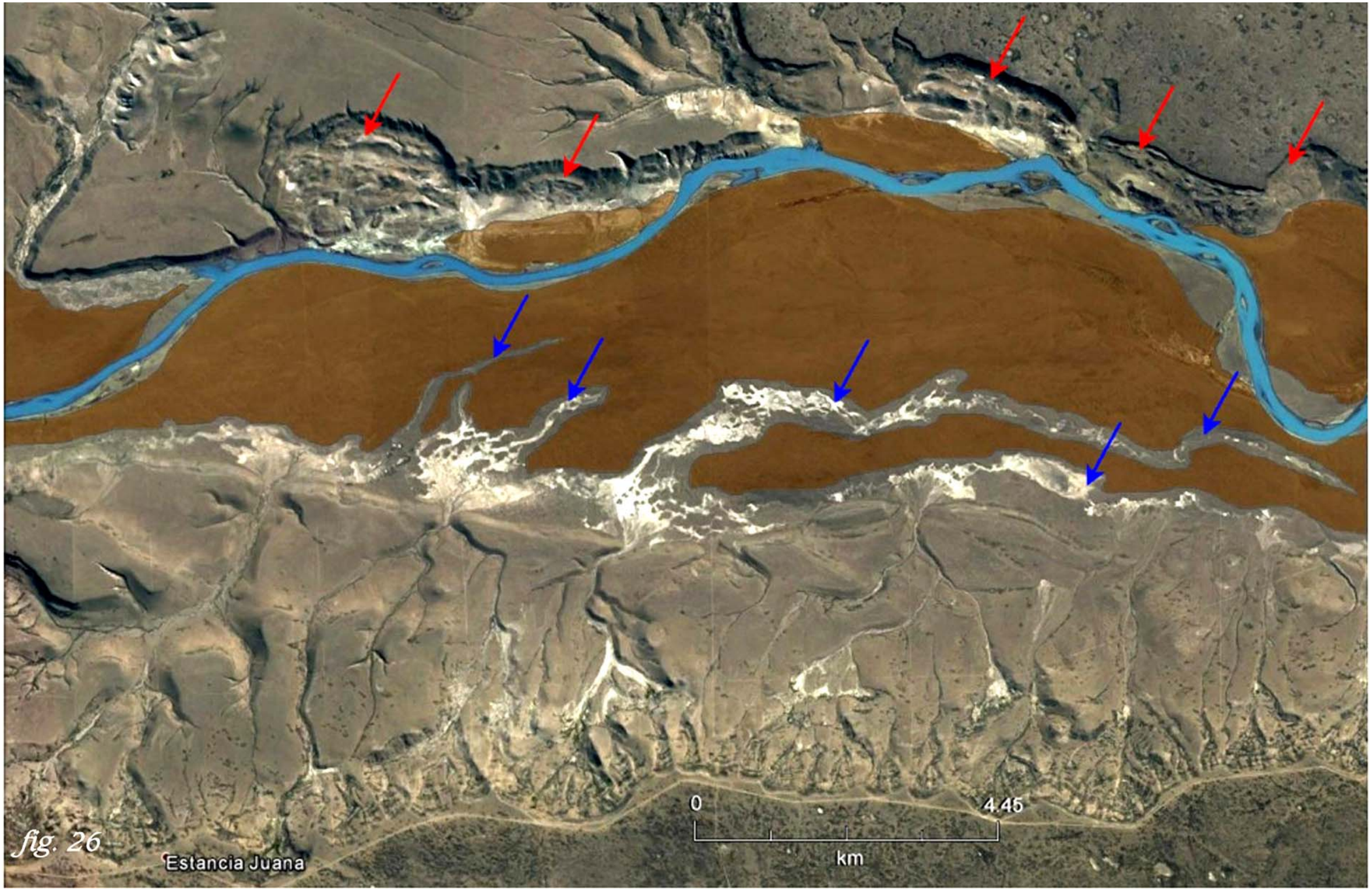


fig. 26

En los casos que han logrado establecer nuevamente una vinculación fluvial exorreica lo hacen a través de recorridos fluviales que llegan a tener una longitud extendida (hasta 10 km), a lo largo de la cual depositan la mayor parte de la carga que transportan restando así su ingreso al río Santa Cruz. De esta forma, la acumulación torrencial se comporta como una trampa clástica que retiene la mayor parte de los sedimentos proporcionados por el sistema fluvial tributario.

Por todo lo expuesto precedentemente se considera que el volumen de sedimentos finos que son transportados por arrastre como carga de fondo en la sección fluvial intermedia e inferior que se extiende entre 30 km aguas arriba del proyectado cierre Néstor Kirchner y el pie de la presa Jorge Cepernic, son de importancia menor.

De esta forma, su retención futura no debería implicar procesos de erosión intensa aguas abajo de esta última, los que solamente se vería limitados a un tramo de corto recorrido inicial.

Por otra parte, en el análisis de la sección fluvial extendida entre el pie de la presa Jorge Cepernic y el océano Atlántico se destaca la variabilidad de ambientes de erosión, transporte y sedimentación que existen en él, donde se observan entornos en los cuales los procesos marinos se imponen netamente sobre los fluviales, tramos donde estos interactúan cíclicamente con los fluviales y finalmente fajas donde los procesos fluviales incrementan progresivamente su importancia (Figuras 27 y 28 y Anexo Mapa Geomorfológico del estuario del río Santa Cruz).

Figura 29. Sistema fluvial del río Bote. La pantalla marrón define el antiguo cono aluvial en el cual se encuentra excavado el cauce actual y su anterior confluencia con el río Santa Cruz, al este de la actual. En celeste se señala el embalse Néstor Kirchner y la sección distal del río que quedara inundada.

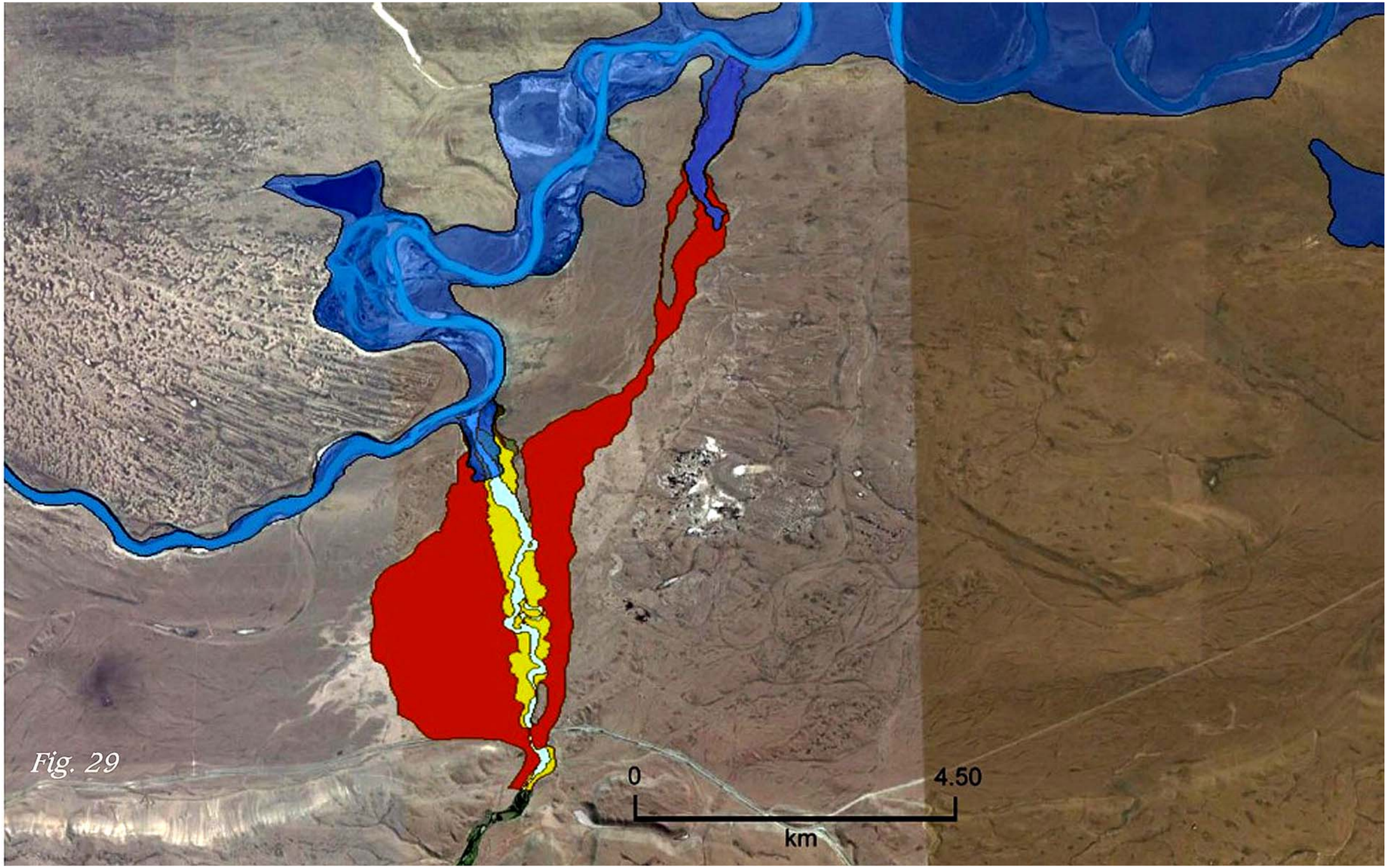


Fig. 29

5.5.4.1.4 Estabilidad de las pendientes (Remoción en masa)

Los lagos artificiales de las presas Néstor Kirchner y Jorge Cepernic inundarán pendientes con variable grado de estabilidad. Se consideran como pendientes inestables a las que actualmente presentan formas de remoción en masa mientras que las caracterizadas como potencialmente inestables son aquellas que si bien no exhiben estas morfologías tienen condiciones geológicas y factores internos y externos similares a ellas, de tal forma que ante la aparición de un factor desencadenante se desplazarían (Ver LBA Geología y Anexo Mapa Geológico del cierre Néstor Kirchner, Anexo Mapa Geomorfológico del cierre Néstor Kirchner, Anexo Mapa Geológico del cierre Jorge Cepernic y Anexo Mapa Geomorfológico del cierre Jorge Cepernic).

Las que en la actualidad están dentro de la categoría de inestables y potencialmente inestables serán las que tendrán el mayor grado de impacto debido a que su sumersión parcial inducirá la aparición o el incremento de la intensidad de factores que tienden al corte y posterior caída de la misma.

Entre ellos se destaca el aumento de peso sobre los laterales inundados y sobre el piso del valle por la altura del agua y la elevación del nivel freático en las laderas del embalse, el que además extenderá los valores de la presión poral preexistente.

Bajo estas nuevas condiciones, si los factores que resisten la caída son superados por la magnitud creciente de estos nuevos factores externos e internos que la promueven, tendrán lugar reactivaciones de los movimientos de remoción en masa reconocidos u ocurrirán otros nuevos de mayor complejidad y movilidad.

Para el caso de la presa Néstor Kirchner los escenarios de mayor gravedad se localizan sobre la margen izquierda, donde las pendientes que tienen una variedad de formas relacionadas con diversos tipos de movimientos de remoción en masa, y en las cuales se han identificado un elevado número de factores internos y externos que permiten incluirlas dentro de la categoría de pendientes inestables y potencialmente inestables (Ver LBA Geología y Anexo Mapa Geológico del cierre Néstor Kirchner y Mapa Geomorfológico del cierre Néstor Kirchner).

La inundación parcial de estas superficies (Figura 30) implica la aparición de nuevas condiciones relacionadas con incrementos de la inestabilidad de las pendientes, las que se indican a continuación.

Con la formación del lago artificial tendrá lugar a un aumento de la carga sobre las pendientes y el piso del valle que estará dado por la altura del agua en cada punto del embalse.

Paralelamente, a medida que se eleve el nivel del espejo de aguas, se producirá una elevación del nivel freático en el cuerpo de las laderas inundadas, proceso que inducirá un cambio de las cualidades originales de las litologías y acumulaciones y en las condiciones hidrogeológicas preexistentes al embalse.

Este cambio favorecerá el incremento de la presión poral, factor interno que promociona y facilita la generación de fallas o la separación de superficie de deslizamiento en el cuerpo de la pendiente, de tal forma que ante un desencadenante adecuado tendrá lugar la generación de un movimiento de remoción en masa a favor de las referidas superficies de despegue.

Incluso, si otros factores condicionantes al corte y posterior caída de la pendiente ya están presentes, un incremento de la presión poral puede constituirse en el factor desencadenante del movimiento

Figura 30. La pantalla azul señala las zonas que serán inundadas por el embalse Néstor Kirchner en el área del cierre. Se observa que serán alcanzadas por el embalse sectores marginales de pendientes en las cuales se observan geoformas vinculadas con movimientos de remoción en masa del tipo Deslizamiento rotacional (zona DR), Avalancha de rocas (zona AR) y Flujo parcialmente encauzado (FPE).

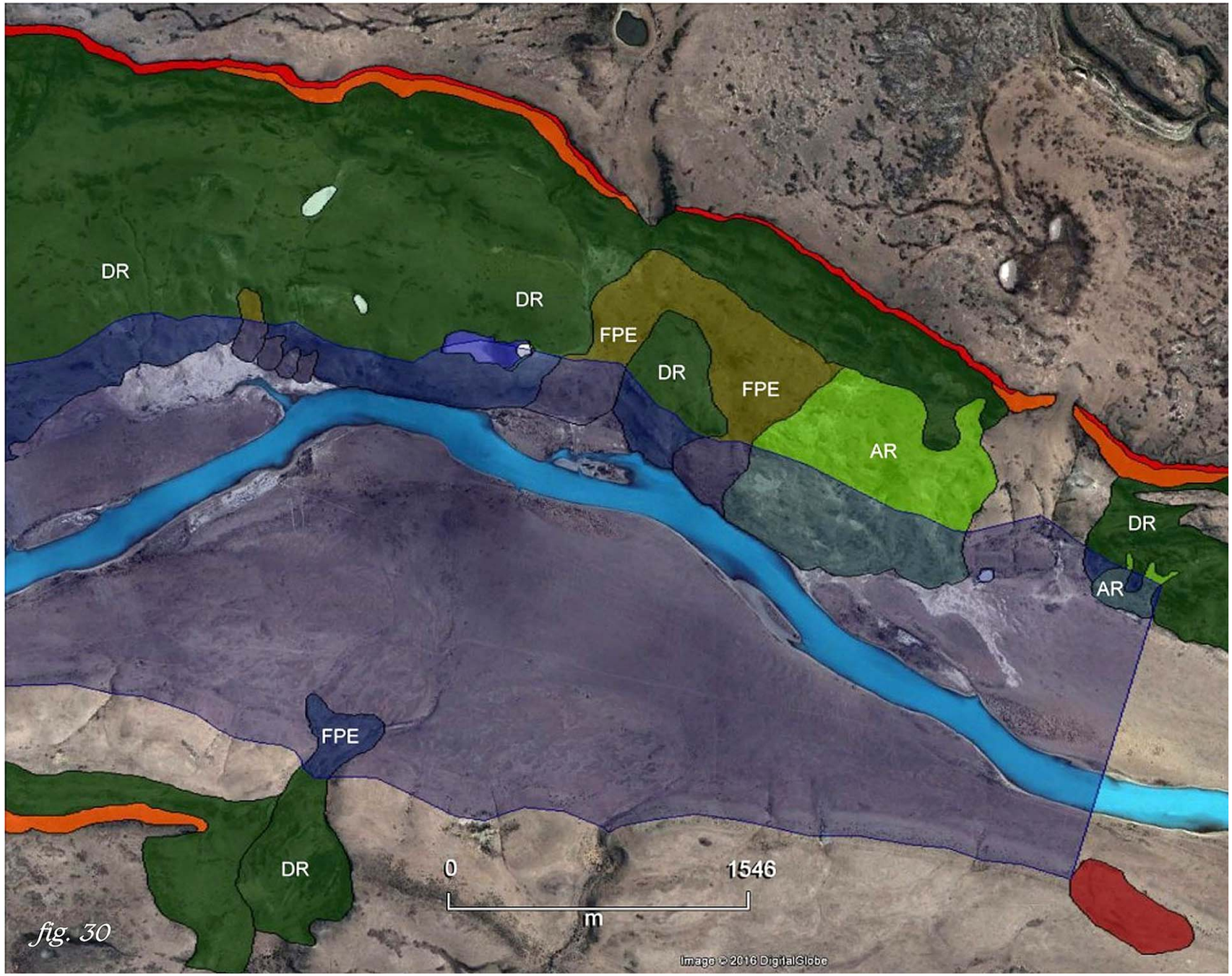

DR
DR
FPE
DR
FPE
AR
DR
AR
FPE
DR
0
1546
m
Image © 2016 DigitalGlobe

fig. 30

Si bien no está contemplado que dentro de las operaciones normales del aprovechamiento hidroeléctrico de ambas presas tengan lugar variaciones importante del nivel de los lagos artificiales, ante un desembalsado pronunciado se presentaría un escenario negativo para la estabilidad de las pendientes ya que existiría un elevado desequilibrio entre laderas con elevado nivel de presión poral que quedarían por encima del embalse sin llegar a disipar estos valores a la misma velocidad que se da la caída del nivel del lago.

De esta forma, la fuerza estabilizadora que generaba el peso del agua (carga hidrostática sobre la ladera sumergida) dejaría de actuar y la pendiente con valores de presión intersticial elevados generaría la aparición de fallas que darían lugar a movimientos de remoción en masa. Estas condiciones podrían tener mayor tasa de frecuencia en pendientes que actualmente tienen movimientos de este tipo porque en ellas ya están presentes factores condicionantes desfavorables.

Para el caso de la presa Jorge Cepernic el escenario es más alentador ya que en esta las condiciones litoestructurales no favorecen a los movimientos gravitacionales, los que se localizan con mínimo desarrollo, por encima y por debajo de los niveles de embalsado, e incluso están ausentes en su margen derecha (Figura 31).

Figura 31. Las flechas anaranjadas señalan las secciones de pendientes inestables con evidencia de movimientos de remoción en masa del tipo general asentamiento rotacional, que en la comarca del cierre Jorge Cepernic serán parcialmente inundadas por el embalse

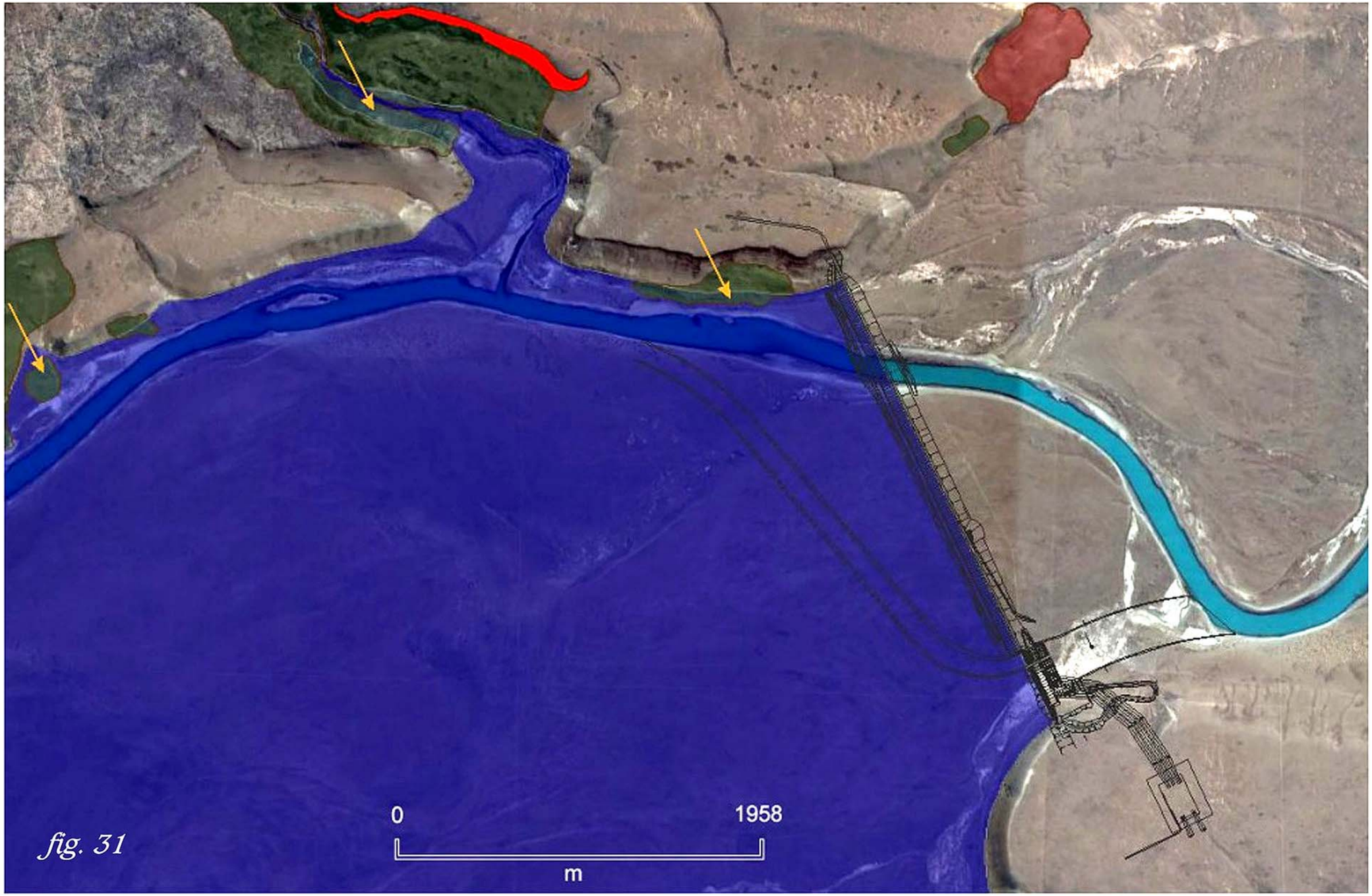


fig. 31

Caracterización y tipología de los impactos esperados

Como consecuencia de la generación del embalse Néstor Kirchner tendrá lugar la inundación parcial de los registros estratigráficos de las últimas glaciaciones que afloran en las márgenes del curso fluvial del río Santa Cruz.

El impacto resultante se califica como Negativo con una Intensidad Alta ya que implica la eliminación parcial de la integridad del factor geológico vinculado con el registro estratigráfico glaciario. En relación a la Extensión que manifiesta el impacto es Zonal al afectar una parte del factor considerado.

Al evaluar el Momento en que se manifiesta, sin considerar el tiempo transcurrido entre el inicio y culminación del llenado de los vasos, se trata de un Impacto Inmediato o de Corto Plazo. En el análisis de su Duración debe considerarse que es un Impacto Permanente ya que como mínimo perdurará durante el lapso de vida útil de las presas e incluso, analizando la capacidad de recuperación del sistema que podría existir a continuación de la vida útil de las presas, se considera que no es posible retornar por medios naturales o artificiales a la situación previa razón por la cual se trata además de un Impacto Irrecuperable ya que no es factible reparar sus efectos.

Según un análisis Causa-Efecto el Impacto es Directo ya que tiene una incidencia inmediata en el factor ambiental considerado. Su Probabilidad es Alta. De acuerdo a la interrelación de Efectos, a partir del análisis de los procesos geológicos que tienen y tendrán lugar en este ambiente fluvial, se califica como un Impacto Sinérgico ya que la inundación dará lugar a la generación de otros eventos dinámicos en otros parámetros geológico-ambientales tales como la generación de sistemas deltaicos que sepultaran progresivamente al factor analizado.

Analizando la necesidad de la aplicación de medidas correctoras el Impacto Ambiental es Critico ya que el efecto da lugar a la perdida permanente de los factores ambientales considerados, sobre los que no es posible su recuperación ni tampoco la aplicación de medidas correctoras. No obstante, es posible acotar la perdida de la información contenida en las unidades estratigráficas glacigénicas que serán afectadas por el embalse a partir su investigación y la toma de muestras en etapas previas a su inundación.

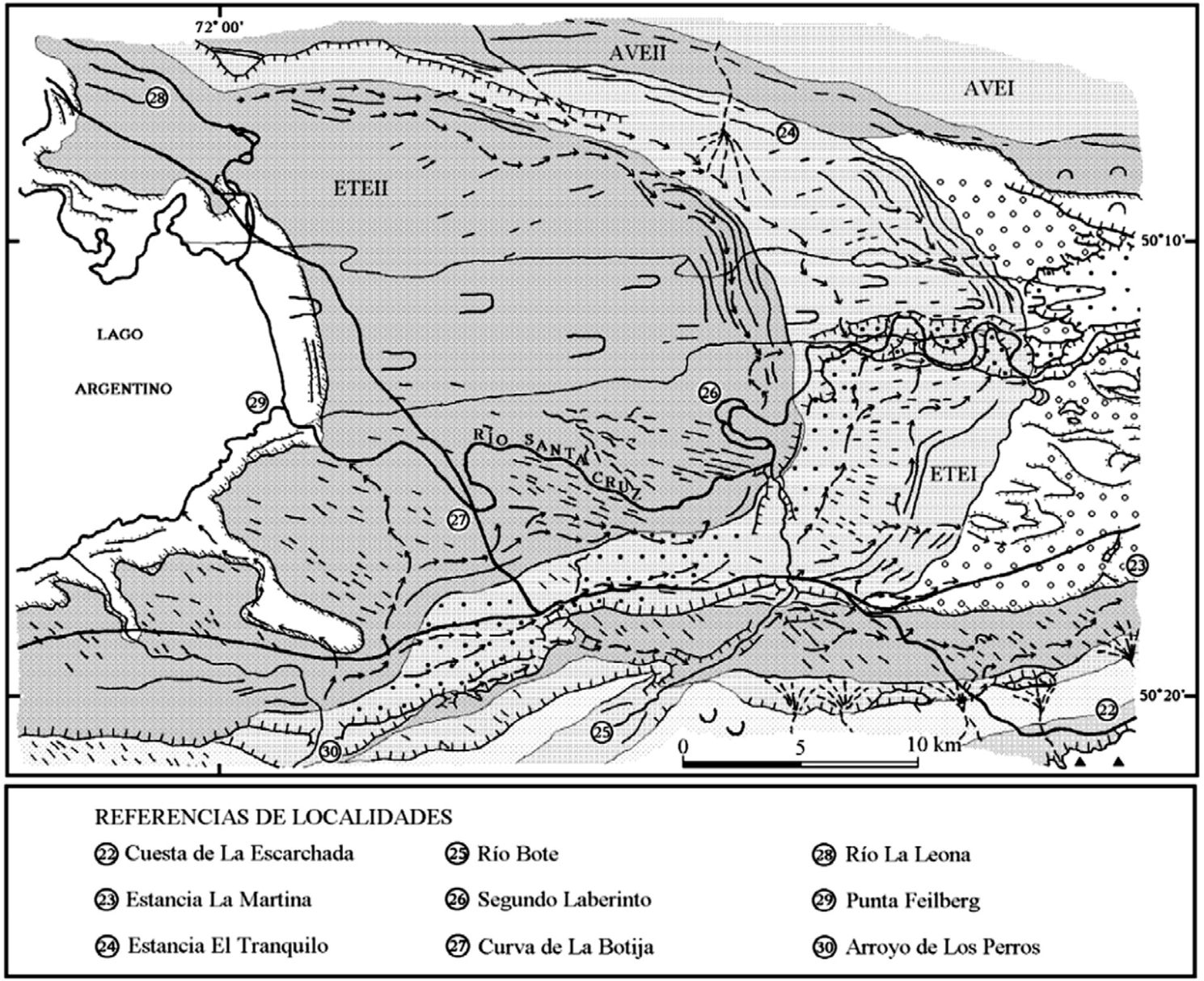


Figura 32. Morenas El Tranquilo, Estadial El Tranquilo I (ETI), Estadial El Tranquilo II (ETII). Ver referencias en la figura 15 (adaptado de Strelin y Malagnino 1996)

Figura 33. Acumulaciones glacigénicas complejas glacilacustres y glacifluviales situadas en las pendientes del 1er laberinto que serán afectada por la generación del embalse

Figura 34. Afloramientos de las secuencias glacigénica expuestos sobre la margen izquierda del río Santa Cruz en sectores afectados por el embalse de la presa Néstor Kirchner.

fig 34

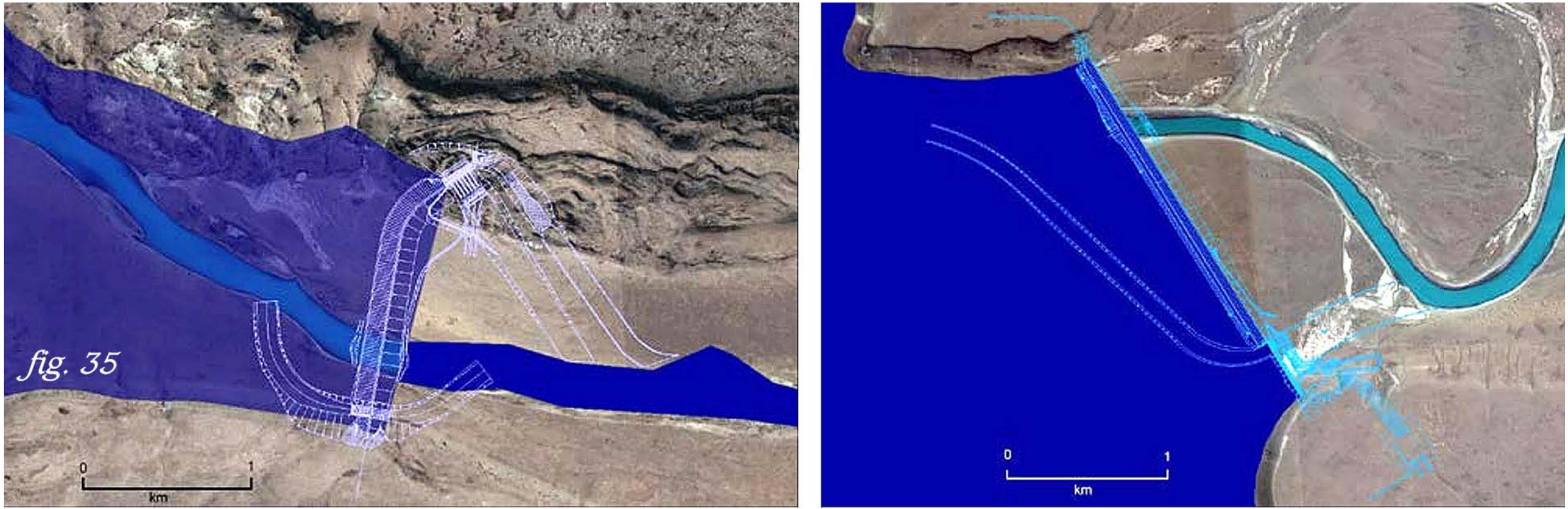


Figura 35. Cierres de las presas Néstor Kirchner (izquierda) Jorge Cepernic (derecha). Durante estas tareas indicadas serán afectados los siguientes componentes geológicos: • Morfometría y dinámica del río Santa Cruz, • Tasa de erosión y sedimentación de los sistemas fluviales • Estabilidad de las pendientes

5.5.4.3.2 Estabilidad de las pendientes

Para la localidad del cierre de Néstor Kirchner durante las tareas de excavación serán afectadas varias unidades y subunidades geomórficas tales como pedimentos de flanco, morenas, planicies aluviales, terrazas y áreas con remoción en masa.

Estas últimas se consideran de mayor importancia por el riesgo que presentan ya que las acciones programadas inciden negativamente en los niveles de estabilidad preexistentes.

Especialmente se destacan las que están presentes sobre la margen izquierda de la presa ya que las excavaciones profundas se localizarán en gran parte sobre una faja de la pendiente en la cual se observan formas derivadas de movimientos de remoción en masa de diversa tipología (Figura 36).

Esta situación no se observa en cambio para el caso de la presa Jorge Cepernic ya que sus pendientes tienen mayor grado de estabilidad y las geoformas de remoción son de desarrollo limitado.

5.5.4.4.1 Estabilidad de las pendientes

El corte de pendientes constituye un factor externo que bajo ciertas condiciones puede actuar como un condicionante de futuros desplazamientos de la pendiente o incluso como un desencadenante de movimientos de remoción en masas locales, especialmente en las secciones donde actualmente están presentes pendientes inestables y potencialmente inestables.

El mayor grado de peligrosidad se establece para aquellas pendientes en las cuales se observan formas relacionadas con desplazamientos gravitacionales. Esta situación se verifica, por ejemplo, para el camino situado sobre la margen izquierda de la presa Néstor Kirchner.

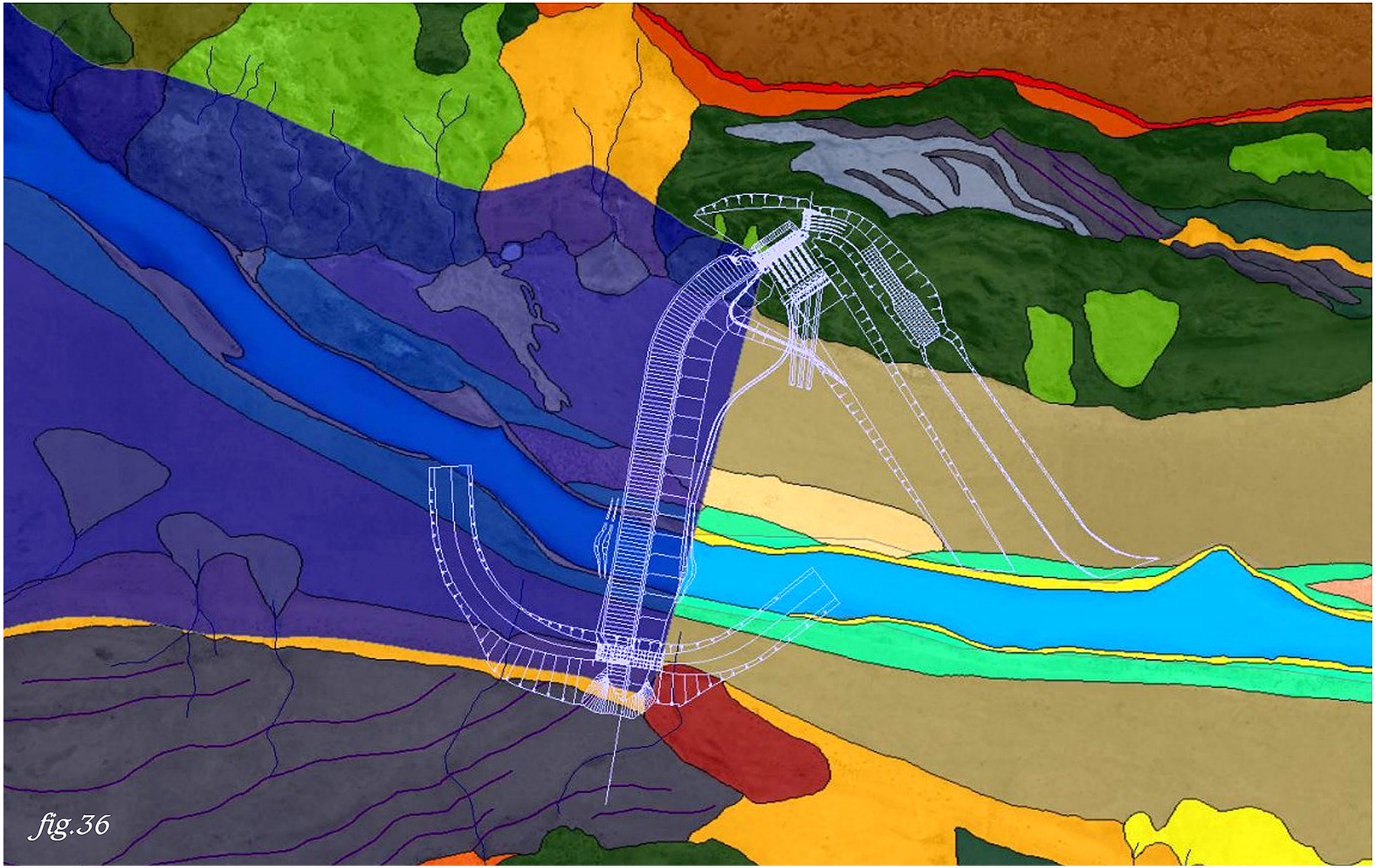


fig.36

Figura 36. Los sectores del valle afectados por las obras de la presa Néstor Kirchner corresponden a pendientes en las cuales se localizan deslizamientos rotacionales (verde oscuro), avalancha de rocas (verde claro) sedimentitas terciarias (anaranjado), acumulaciones de till morénico (gris) y depósitos vinculados con el desagote súbito del Paleolago Argentino (pardo claro).

A lo largo de su recorrido se observan asentamientos rotacionales, flujos y caída de rocas por lo que es altamente probable que las tareas de corte de pendiente mediante explosivos y/o corte mecánico promuevan movimientos de remoción en masa locales (Figura 37).

Figura 37. En anaranjado se señalan las trazas de los caminos vinculados con las actividades que se realizan en el cierre Néstor Kirchner. Los situados en la margen izquierda involucran cortes en ambientes inestables sobre formas de remoción en masa del tipo deslizamiento rotacional (Pantalla verde oscuro), avalancha de rocas (pantalla verde claro), Flujos (pantalla parda) y un sector menor con caída de rocas (faja roja).

fig. 37

La traza del mencionado camino presenta cortes de pendiente muy importantes (escalonados) que pueden incrementar aún más la inestabilidad original que ya ostenta este sector. Situaciones similares son observadas para algunas secciones de los caminos situados en el ámbito de las sedimentitas terciarias, aunque en estos casos los movimientos de remoción en masa identificados son de mayor antigüedad.

El área localizada en Néstor Kirchner (Figura 38) involucra varias unidades estratigráficas tales como son las gravas y arenas glacifluviales del Nivel Inferior, gravas y arenas de la terraza aluvial del río Santa Cruz, gravas derivadas del flujo de elevada energía que se desplazó por el valle, bloques de basaltos y cenoglomerados derivados de movimientos de remoción en masa, acumulaciones aluviales actuales del río Santa Cruz y acumulaciones de arenas eólicas.

Figura 38. La traza amarilla señala el área afectada a la extracción minera areal. Involucra en su mayor parte a las acumulaciones del flujo catastrófico (pantalla marrón) y geoformas de remoción en masa (pantallas verdes)

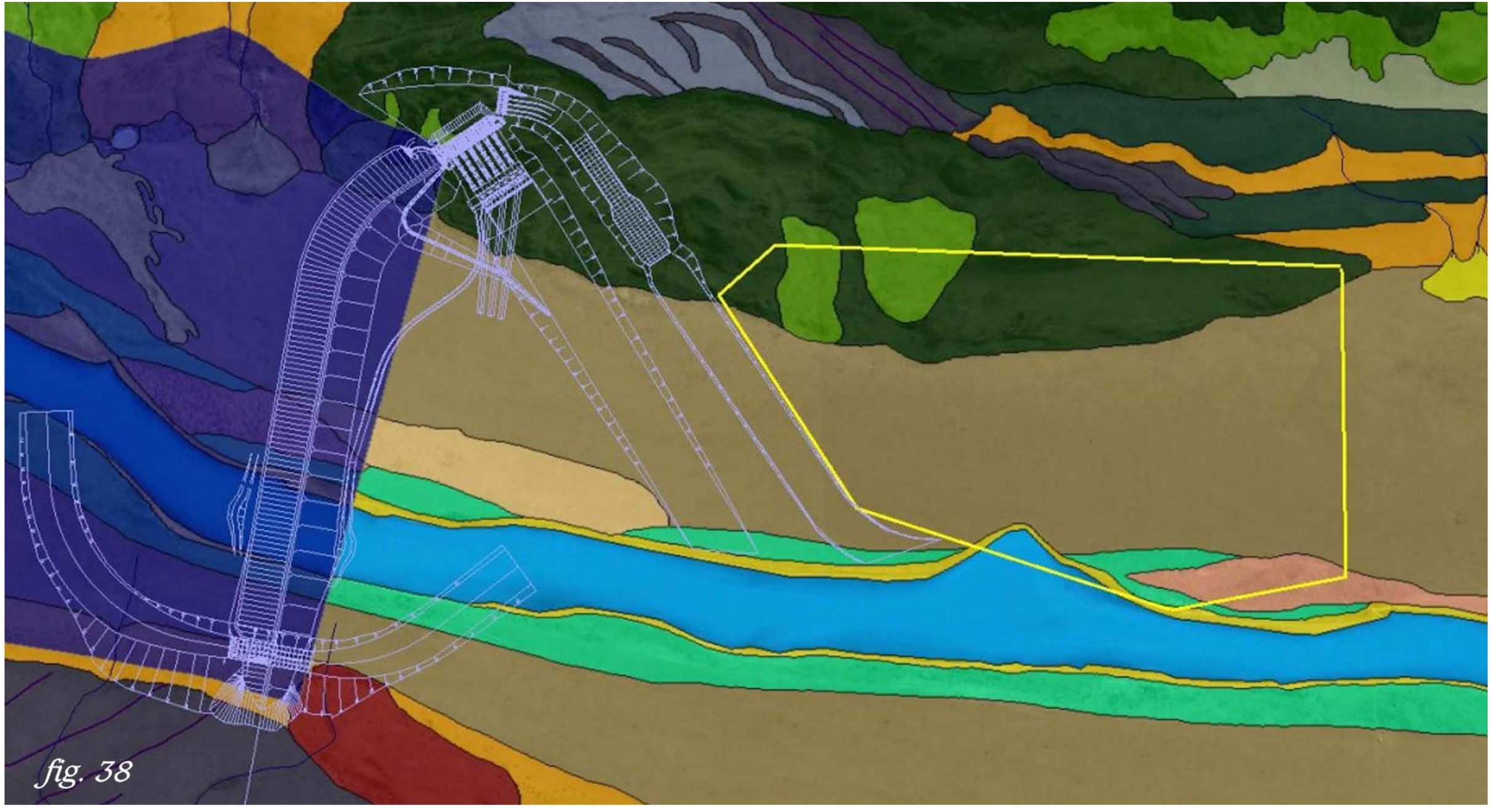
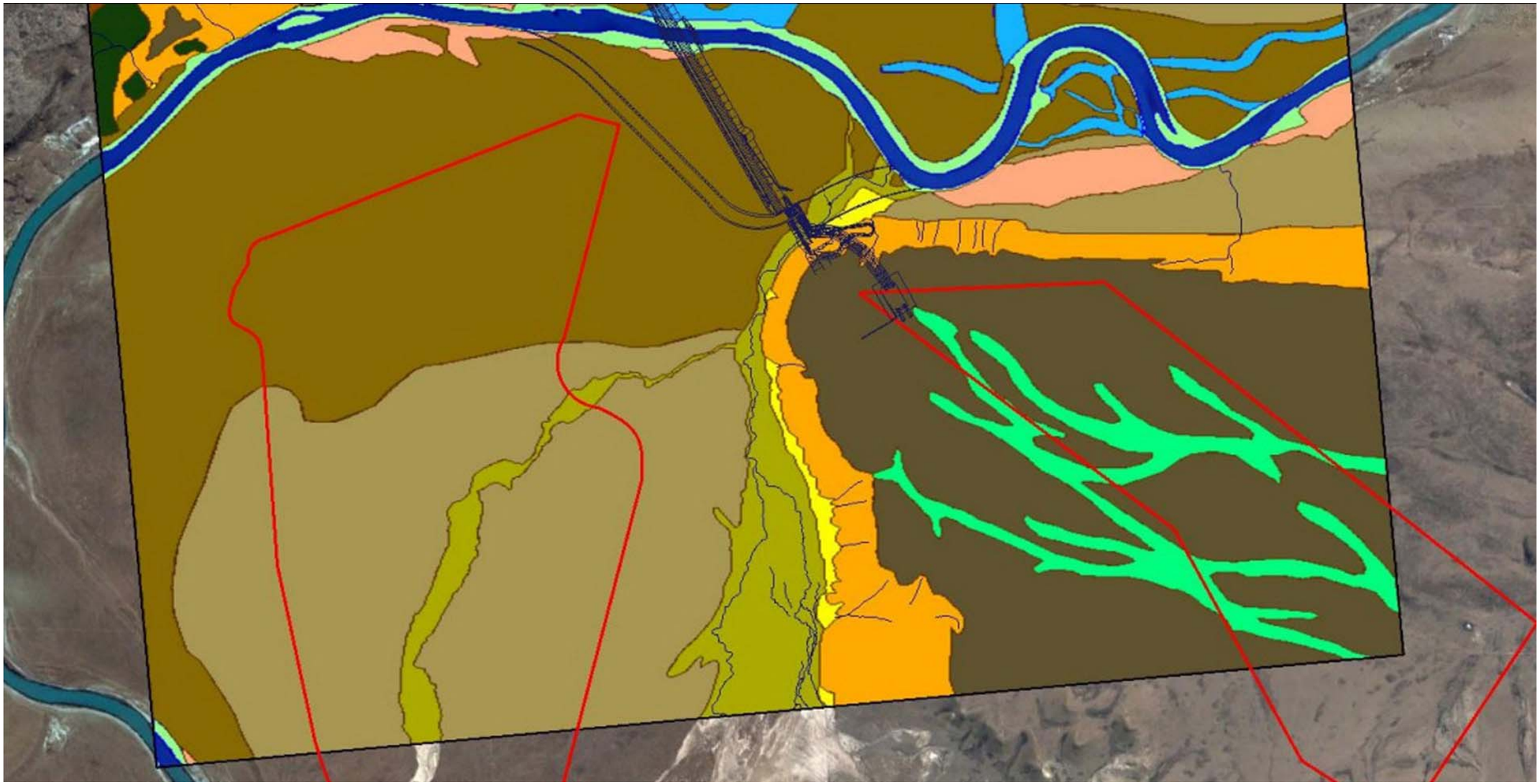


fig. 38

Por su parte, las restantes dos áreas de extracción de áridos se localizan en las adyacencias de la presa Jorge Cepernic. Una de ellas se sitúa sobre el glacifluvial La Fructuosa y Cerro Fortaleza (indiferenciados) integrado de arenas y gravas, ubicado en el tope de la margen derecha del valle y la restante se dispone sobre los depósitos de flujo catastrófico que se desplazaron sobre las terrazas glacifluviales Arroyo Verde I y II (Figura 39).



Caracterización y tipología de los impactos esperados

Impacto Negativo de Intensidad Baja a Media, Extensión Zonal, Momento Inmediato, Duración Temporal y Probabilidad Alta. Por otra parte, la zona de extracción situada inmediatamente aguas arriba de la presa Jorge Cepernic solamente podría afectar los procesos de transporte del río Santa Cruz en forma indirecta ya que el área de extracción no involucra al cauce activo.

Eventualmente, las actividades mineras podrían inducir el ingreso de fracciones clásticas finas aumentado la turbidez original del agua. Se destaca que, como en la zona de extracción referida precedentemente para el área de Néstor Kirchner, se trataría de un proceso temporario ya que todo el sitio de extracción será posteriormente inundado.

Caracterización y tipología de los impactos esperados

Impacto Negativo de Intensidad Baja, Extensión Puntual, Momento Latente, Duración Fugaz y Probabilidad es Alta. Solo en un caso la zona de extracción no será posteriormente anegada, y es la localizada sobre un nivel de terraza glacifluvial en la localidad de la presa Jorge Cepernic. Sobre esta superficie se reconoce un sistema fluvial relíctico de habito megaentrelazado y actualmente inactivo. En él no se verifican procesos de escorrentía superficial ponderables, más allá de encharcamientos locales durante los periodos de mayor precipitación. De hecho, parte de los paleocauces han sido profundizados por la acción eólica y dan lugar a cubetas pandas elongadas. Como resultado de la extracción minera éste registro fluvial será eliminado totalmente. Sin embargo esta acción no tendrá consecuencias sobre procesos de erosión, transporte y depositación fluvial ya que se trata de una superficie con drenaje impedido. No obstante, como se verá a continuación, otros procesos tendrán lugar en este ambiente luego de la extracción, por lo que debería contemplarse seleccionar otra área que se situé en una zona que en el futuro quede inundada.

5.5.4.6.2 Unidades y subunidades geomórficas

Las áreas de extracción de áridos afectarán en su mayor parte a las acumulaciones de gravas y arenas glacifluviales de los niveles de terrazas que se sitúan en el piso del valle y en su tope. Debido a que se trata de superficies sub horizontales, la extracción areal eliminará los niveles superiores de bancos glacifluviales.

Para el caso del área situada en la comarca de Jorge Cepernic correspondiente a la terraza glacifluvial del Nivel V y VI de los depósitos glacifluviales de La Fructuosa y Cerro Fortaleza, la extracción eliminara la carpeta residual de gravas (armadura rocosa) y el banco superior que tiene una cementación carbonatica secundaria que inhibe la erosión eólica, por lo que durante las operaciones mineras aumentará la deflación eólica al eliminarse este nivel protector, con la consiguiente generación de material particulado que se trasladara por saltación, para el caso de las arenas, y por suspensión, para el caso de las fracciones clásticas de menor granulometría.

Este proceso en cambio será pasajero para las restantes áreas de extracción ya que culminará a partir de la inundación de las áreas de extracción con el llenado de los embalses.

Sin embargo persistirá para el caso del nivel superior referido ya que este permanecerá fuera del alcance del lago JC. Caracterización y tipología de los impactos esperados El impacto resultante se califica como Negativo con una Intensidad Mínima. La Extensión es Zonal. El Momento en que se manifiesta el impacto es Inmediato o de Corto Plazo. Su Duración es Permanente. Analizando la capacidad de recuperación del sistema le define mitigable si se aplican técnicas de remediación apropiadas. Según un análisis Causa-Efecto el Impacto es Directo. Probabilidad Alta.

5.5.4.6.3 Estabilidad de las pendientes

En el área localizada en Néstor Kirchner (Figura 38) la extracción involucra áreas con bloques de basaltos y cenoglomerados derivados de movimientos de remoción en masa En estos casos la extracción puede reactivar estos desplazamiento gravitacionales. Caracterización y tipología de los impactos esperados El impacto es Negativo con una Intensidad Media. La Extensión es Puntual. El Momento es Inmediato o de Corto Plazo. Su Duración es Permanente. Impacto Mi-

tigable si se aplican técnicas de remediación apropiadas. Según un análisis Causa-Efecto el Impacto es Directo. La Probabilidad es Alta.

5.5.4.7 Desvío del rio en Néstor Kirchner y Jorg Cepernic y construcción de obras de desvio del rio. Excavación, desvío y drenado del cauce del curso natural, construcción de túneles, ataguías, transferencia de peces

Para ambas presas se contempla desviar el río Santa Cruz mediante sendos canales excavados fundamentalmente en las sedimentitas de la Formación Santa Cruz, aunque para el caso de la presa Néstor Kirchner también deberán ser excavadas las acumulaciones glaciarias pertenecientes a las morenas de la glaciación Cerro Fortaleza.

La construcción de los desvíos referidos involucra cortes abruptos en el cuerpo de las sedimentitas terciarias y cuaternarias. De esta forma serán afectados los siguientes componentes geológicos: • Morfometría y dinámica del río Santa Cruz, • Tasa de erosión y sedimentación de los sistemas fluviales, • Unidades y subunidades geomórficas • Estabilidad de las pendientes

A continuación se reseñan los cambios que se prevén tendrán lugar en los referidos factores geológicos para la acción considerada.

En ambas presas se trata de superficies subhorizontales, salvo un área limitada que se localiza en la faja norte de la zona de extracción situada al pie de la presa Néstor Kirchner. Las actividades mineras involucradas modificarán los siguientes factores geológicos: • Tasa de erosión, transporte y sedimentación de los sistemas fluviales • Unidades y subunidades geomórficas • Estabilidad de las pendientes

Si bien las áreas de extracción abarcan en su mayor parte a tres superficies de terrazas del valle del río Santa Cruz, en una de ellas las modificaciones serán de carácter temporal ya que posteriormente a la extracción será inundada, mientras que para la restantes las modificaciones serán permanentes.

A continuación se reseñan los cambios que se prevén tendrán lugar en cada uno de los referidos factores geológicos para la acción indicada. De acuerdo a lo observado en las figuras 38 y 39 dos de las extracciones están sobre el piso del valle y de ellas solamente una involucra directamente al río Santa Cruz (área localizada en Néstor Kirchner)

5.5.4.7.1 Morfometría y dinámica del río Santa Cruz

Tasa de erosión y sedimentación de los sistemas fluviales, Unidades y subunidades geomórficas El desvío fluvial implica un cambio severo en las características morfométricas originales de los tramos fluviales intervenidos, situación que derivará en un ajuste posterior de las tasas de erosión, transporte y acumulación preexistente. Especialmente aguas abajo de las secciones modificadas se prevé un incremento de la carga clástica trasladada por el río.

De todas formas se aclara que luego de la construcción de las presas, la comarca correspondiente a la Presa Néstor Kirchner no presentará curso fluvial alguno por lo que el cambio será de carácter temporario. Sin embargo, durante las tareas de excavación y movilización de acumulaciones aluviales y a partir de la activación de los desvíos tendrá lugar un incremento de la contaminación clástica en el río Santa Cruz.

Caracterización y tipología de los impactos esperados

El impacto es Negativo con una Intensidad Media a Alta. La Extensión es Puntual para la zona directamente intervenida pero Zonal para los efectos derivados de la contaminación clástica. El Momento es Inmediato. Su Duración es Permanente para el caso de la modificación del cauce y Temporal para los efectos vinculados con la contaminación clástica. Analizando la vinculación Causa-Efecto el Impacto es Directo. La Probabilidad es Alta.

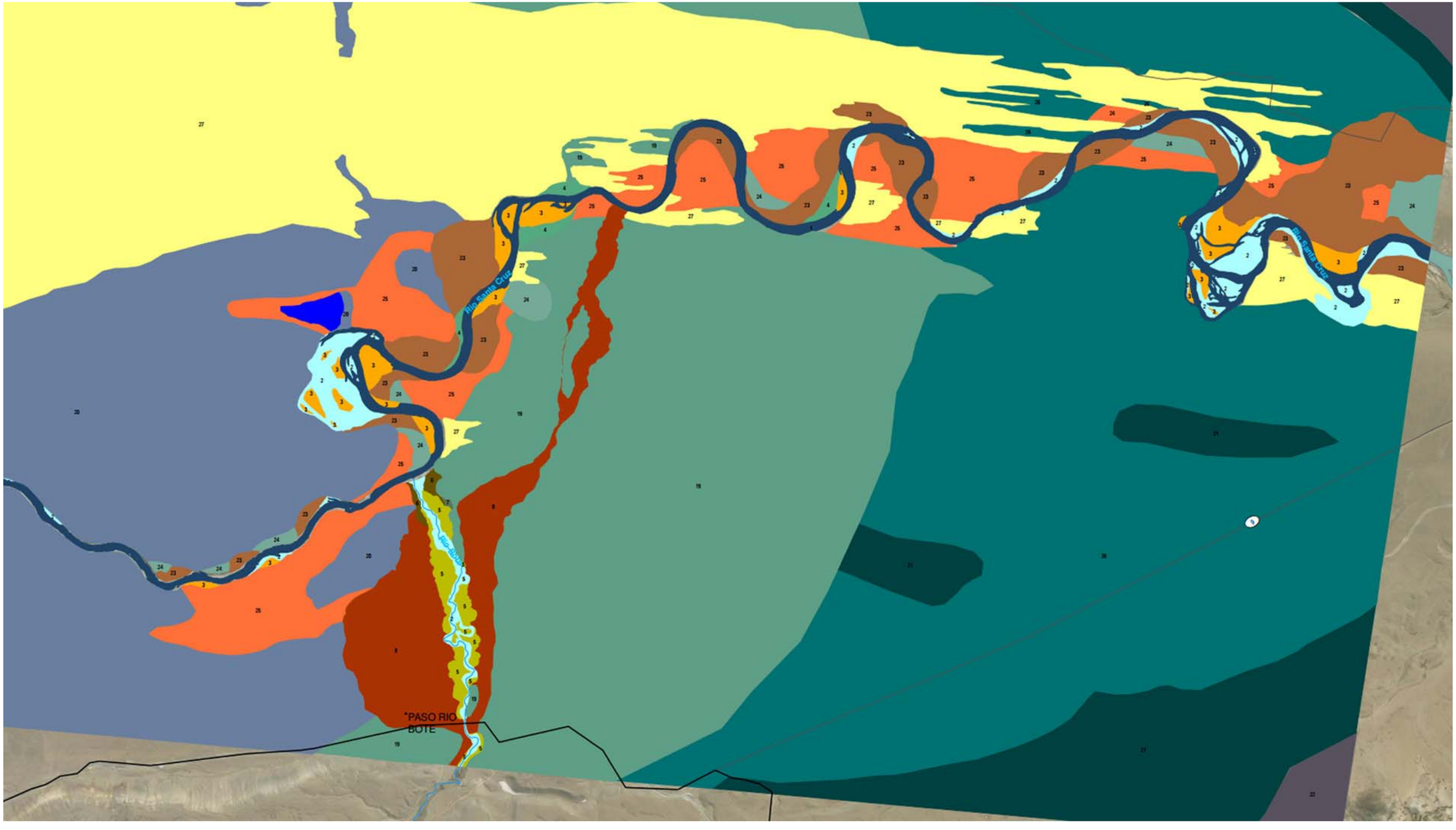
5.5.4.7.2 Estabilidad de las pendientes

Se prevé que durante las tareas de excavación se incremente el riesgo de remoción en masa teniendo en cuenta que, para el caso de la presa Néstor Kirchner parte de la misma avanzará sobre una sección de pendiente del valle que muestra evidencias de movimientos gravitacionales de masas del tipo expansión lateral.

Para el caso de la presa Jorge Cepernic no se observa una situación similar.

Caracterización y tipología de los impactos esperados

El impacto es Negativo con una Intensidad Alta. La Extensión es Puntual. El Momento es Inmediato o de Corto Plazo. Impacto Reversible si se aplican técnicas de control apropiadas. Según un análisis Causa-Efecto el Impacto es Directo. Según su Duración es Permanente y en relación a la recuperación el Impacto Ambiental es Moderado ya que sus efectos pueden atenuarse. La Probabilidad es Alta


Río Santa Cruz
Río Santa Cruz
Río Bote
*PASO RIO
BOTE

Referencias

Unidades Geomorfológicas

Morfologia Fluvial

General

- 1 Cauce en aguas bajas
- 2 Llanura de Inundación

Rio Santa Cruz

- 3 Terraza V
- 4 Terraza IV

Rio Bote

- 5 Terraza Inferior
- 6 Terraza intermedia
- 7 Terraza superior
- 8 Cono Aluvial Inactivo

Morfologia Fluvio Lacustre

Activas

- 9 Delta
- 10 Isla de barrera
- 11 Espiga
- 12 Barra sobrelavado
- 13 Albúfera
- 14 Crestas de playa

Inactivas

- 15 Acantilado inactivo I
- 16 Crestas de playa Estadio I
- 17 Acantilado Inactivo II
- 18 Crestas de playa Estadio II

Morfologia Glaciaria

Morenas

- 19 Morenas El tranquilo I
- 20 Morenas El tranquilo II
- 21 Morenas Arroyo Verde II
- 22 Morenas Arroyo Verde I

Glacifluviales y Glacilacustres

- 23 Terraza III
- 24 Terraza II
- 25 Terraza I
- 26 Paleolago Argentino

Morfologia Eólica

- 27 Dunas parabólicas, mantos de arena, barchan, crestas barchanoides, hoyos de soplido

Referencias Generales

Centros poblados

- Ciudad
- Localidad
- Paraje
- Pueblo

Cursos de agua

- Rio

Red vial

- Nacional
- Provincial

Fuente:
DR. Eduardo Malagnino

Sistema de Coordenadas:
Posgar 2007 Argentina Faja 2

Fecha de elaboración:
Mayo de 2017

Escala 1:40.000

0 0,5 1 2 3 4

Conclusiones para un petitorio

Reconocen que desde hace un año detectaban deslizamientos de suelos en las márgenes del río Santa Cruz en el sitio donde se construia la represa Cóndor Cliff. Sin embargo, seguían con la obra

La UTE, integrada por la empresa china Gezhouba, la cordobesa Electroingeniería y la mendocina Hidrocuyo, explicaron que con el avance de las excavaciones detectaron la existencia de "una zona conformada por un material de baja resistencia con potencial riesgo de deslizamiento, por el bajo ángulo de fricción interna y cohesión nula, que impone la necesidad de revisión del diseño, para reubicar las estructuras de hormigón para el desvío del río y el vertedero de Cóndor Cliff".

Estas advertencias ya habían sido expresadas en el informe de EBISA de Abril del 2017.

La ley general del ambiente claramente establece que el análisis de riesgos se tiene que dar en forma 'previa'. La propia Corte Suprema ha dicho que los estudios de impacto ambiental no pueden aprobarse de manera condicionada, supeditando el análisis de riesgos a futuros estudios".

Sin embargo, estos estudios de EBISA apuntaban con claridad esos riesgos y ninguna ONG les prestó atención. Tampoco las comisiones de la Legislatura, ni el JCAF Nº 12, ni las áreas de las Secretarías de Energía y Medio Ambiente.

De hecho, ya Charles Darwin con tan solo 25 años hace 185 años había expresado y graficado la presencia de una montaña de tills en la margen derecha de Condor Cliff. Otro tanto había apuntado Mercier en 1975 y Strelin, Malagnino en el 2009. La propia consultora IATASA en el 2006, nos acercaba este gráfico mostrando la montaña de “till” y los 30 mts de aluvionales arriba de los basaltos en esa misma margen. ¿**Acaso hay alguna forma de plantearlo más claro**?! ¿Qué demonio se animaría a construir un embalse (**ni grande, ni pequeño**), en estos suelos?!

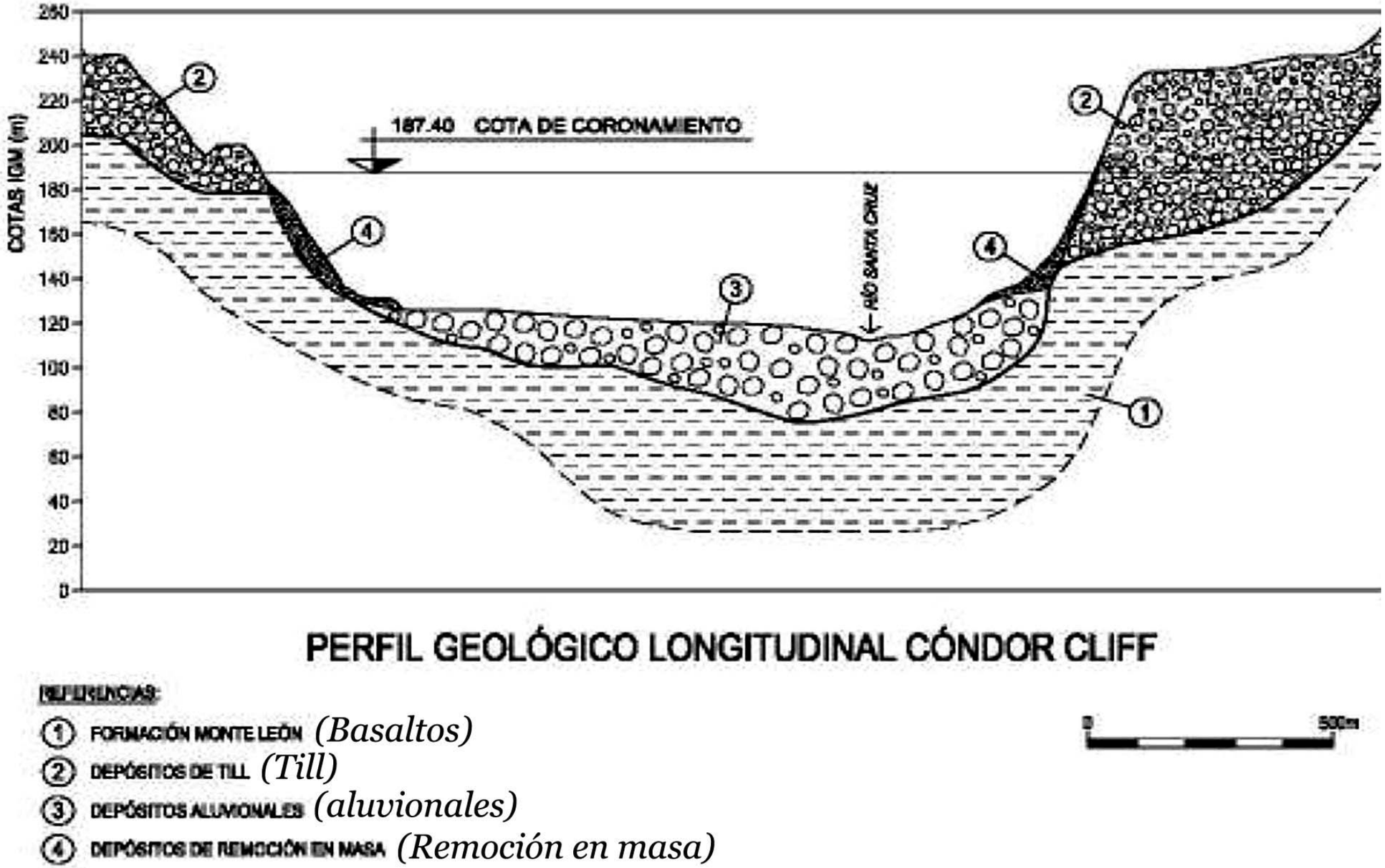


Fig. 6: Perfil geológico simplificado en coincidencia con el cierre Cóndor Cliff.

Esto prueba que nuestra condición de fiscales es en extremo pobre. Tan pobre, que no valoramos y mucho menos respetamos el orden de los 4 enunciados del par 2º, art 6º, ley 25675. Y como prueba, basta recordar la guitarreada dedicada al patito tobiano en el salón Azul del Senado.

El único expositor que acercó un trabajo en video de 10 minutos refiriendo al equilibrio de las dinámicas de los sistemas ecológicos (enunciado 1º), anticipando los feroces atarquinamientos en el cauce inferior del río, fue este que suscribe esta demanda. Y aún así, ni siquiera le admitieron su denuncia como 3º en la causa 84260/16 en el JCAF Nº12 .

Quienes participaron como consultores, quienes lo hicieron como comitentes del proyecto, dirección y obra; quienes participaron como fiscales en el debido proceso; quienes evaluaron las nulas observaciones puntuales, a excepción de una sola que refiriera del 1º y del 2º de los 4 enunciados de ese par 2º, del art 6º, el único que define lo que es un presupuesto mínimo, también se comieron crudo estos respetos y advertencias elementales.

Aún así, somos afortunados. Si estos reconocimientos hubieran ocurrido con la construcción de la represa más avanzada o incluso terminada, los daños **hubieran sido demoledores**

Nuestro nivel cognitivo para respetar el orden de los factores a tomar en cuenta reconoce déficits descomunales. No somos mejor que los chinos, ni los pigmeos, ni los muleros. Solo parece quedar lugar para las confesiones íntimas de los burros "Plateros". Veamos si alguno de Ellos se presta para impulsar Procesos de Conocimiento.

Este que suscribe tiene 6 en espera en CSJN y no hay Procurador General que se atreva a confesar los abismos cognitivos que rodean a estas causas y siquiera comprenda el valor que tiene para los fiscales participar y formarse en estos procesos, en donde sólo se hacen preguntas super específicas a un solo Platero, limitadas a esos 2 primeros enunciados. No se pronuncia en ellos una sola vez la palabra "ambiente". Solo se mira al buey que mueve la carreta.

Ver págs. 106 a 112 de la causa CSJ 791/2018 por cap I (i) de este http://www.hidroensc.com.ar/incorte242.html

Francisco Javier de Amorrortu, 18 de Diciembre del 2019

Alflora
Montiel Vivero
Estela
Livingston
Cambios en paradigmas mecánicos y termodinámicos
Mechanical and thermodynamical paradigmatic changes
Julieta Luro
Pueyrredón

Tills at top