



PROGRAMA MULTISECTORIAL
DE PREINVERSIÓN III
Préstamo BID 1896/OC-AR

CUENCA DEL RÍO COLORADO DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO



Halcrow



HI DROESTRUCTURAS S.A.

RESUMEN EJECUTIVO



PRESENTACIÓN

Desde sus orígenes en la Cordillera de los Andes, hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, el río Colorado tiene una extensión de 1.200 kilómetros, de los cuales 920 kilómetros corresponden al Colorado propiamente dicho, originado en la confluencia de los ríos Grande y Barrancas.

Sus aguas son compartidas por las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, y su cuenca abarca 48.000 km², atravesando un gran número de paisajes a los que la mutabilidad de las características climáticas y geomorfológicas ha dado lugar.

Con un módulo de 149 m³/s, el río Colorado se encuentra actualmente regulado por la Presa Casa de Piedra, ubicada en su cuenca media.

El embalse, con una longitud de 10,5 kilómetros, una superficie superior a 35.000 hectáreas y un volumen máximo de 3.600 hm³, permite regar actualmente más de 163.000 hectáreas sobre un total de 320.000 hectáreas que potencialmente podrían ser regadas con la regulación total del río, una vez construidas las presas necesarias para garantizar el aprovechamiento máximo de los recursos.

El agua del río Colorado es fuente para el abastecimiento de agua potable de todas las poblaciones ribereñas y de otras que se encuentran fuera de la cuenca pero que reciben el agua del Colorado a través de extensos acueductos, para la producción agrícola, el desarrollo ganadero y la explotación petrolera, de importancia relevante en su cuenca Alta y Media.

El Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) desde 1976 constituye un ámbito técnico en el que se canalizan décadas de estudios, esfuerzos y aspiraciones de cada una de las provincias miembros de la cuenca, con el objetivo general de asegurar la ejecución del Programa Único Acordado y su adecuación al grado de conocimiento de la cuenca y su comportamiento, la regulación de sus usos, el control ambiental, establecimiento de normas técnicas para la determinación de la línea de ribera, control del proyecto y construcción y planes de operación y mantenimiento de las obras de regulación, derivación e hidroeléctricas.

En el marco de ese esfuerzo conjunto, el Estudio de "Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico" se erige como un estudio integrador y multidisciplinario que, abarcando la totalidad de la cuenca, intenta plasmar el estado del conocimiento actual de los distintos procesos que operan en algunas problemáticas ambientales, identificadas como limitantes del desarrollo potencial natural y social de la región y del deterioro de la calidad de vida de sus habitantes.

Las páginas que siguen presentan el resumen ejecutivo del Estudio realizado que constituye un elemento esencial de consulta para las jurisdicciones provinciales a la hora de elaborar los programas de gestión de las planicies de inundación que tengan como objetivo general la reducción de daños, la preservación de los valores naturales y la promoción del uso óptimo de los recursos.

AUTORIDADES DEL COMITÉ INTERJURISDICCIONAL DEL RÍO COLORADO

Consejo de Gobierno

Presidente Ministro del Interior	Cr. ANIBAL F. RANDAZZO
Gobernador Prov. Buenos Aires	Don DANIEL SCIOLI
Gobernador Prov. La Pampa	Cr. OSCAR MARIO JORGE
Gobernador Prov. Mendoza	Dr. FRANCISCO PEREZ
Gobernador Prov. Neuquén	Dr. JORGE AUGUSTO SAPAG
Gobernador Prov. Río Negro	Don. ALBERTO E. WERETILNECK

Comité Ejecutivo

Presidente Representante Nación.	Ing. BOYERO Miguel A
Representantes Provinciales	
Prov. Buenos Aires	Ing. PEREYRA Mauricio J.; Ing. DUPUY, Mariano
Prov. La Pampa	Ing. LASTIRI, Néstor
Prov. Mendoza	Agr. VAQUER, Gerardo R. ; Ing. POMBO, Mariano E.
Prov. Neuquén	Inga. GONZALEZ, Marcela S.; Ing. CARVALHO, Horacio
Prov. Río Negro	Ing. GARDES, Juan L.; Ing. YEMA, Carlos A.

Staff COIRCO

Gerencia. Técnica Asistente Técnico Asistente Técnico	Ing. PERL Juan E Ing. ANDRES Fernando Inga. URIBE ECHEVARRÍA, Inés
Gerencia. Administrativa Asistente Administrativo	Cdor. PEREZ Alberto Sra. PEDRAZA Luisina

ÍNDICE

CONTEXTO GENERAL DEL ESTUDIO

Contexto Institucional
Enfoque Metodológico
Sistema De Información Geográfica (SIG)
Trabajos en la Cuenca
Tratamiento de la Información
Productos Obtenidos

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Límites y Extensión
Clima y Paisaje
Problemáticas Identificadas

EL GASTO SÓLIDO DEL RÍO COLORADO

Erosión Superficial
Remoción en Masa

ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO

MEDIDAS DE GESTIÓN INTEGRADA AGUA-SUELO

Definición de Línea de Ribera y Conexas
El Plan de Gestión del Riesgo de Inundaciones (PAGRI)
Cartografía Generada

CONTEXTO GENERAL DEL ESTUDIO

CONTEXTO INSTITUCIONAL

Las problemáticas de la cuenca del Río Colorado han recibido la atención de las cinco provincias ribereñas desde 1956, cuando se realizó en Santa Rosa, La Pampa, la Primera Conferencia de Gobernadores de la Cuenca del Colorado, en la cual los mandatarios de las cinco provincias ribereñas sentaron las bases técnicas y políticas para un conocimiento efectivo y un desarrollo armónico de todo el sector.

Los objetivos de aquella conferencia tienen hoy plena vigencia: el manejo integral de una cuenca hídrica, la seguridad de su uso y la preservación de sus recursos.

Después de veinte años de estudios y acuerdos técnicos y políticos, donde prevaleció el sentido federal y solidario para alcanzarlos, en el marco de la Sexta Conferencia de Gobernadores de la Cuenca, realizada en 1976, se acordó la aprobación del Programa Único de Habilitación de Áreas de Riego y Distribución de Caudales, que permitió la armonización de los intereses de todas las provincias en carácter de condóminas del recurso hídrico.

Para asegurar la ejecución de dicho programa y el respeto del tratado oportunamente firmado, se creó un organismo de cuenca como autoridad de aplicación, denominado Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO).

Este organismo cumple su rol desde hace treinta y siete años y está conformado por las cinco provincias condóminas del río: Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires y por la Nación, expresamente invitada por las provincias a formar parte del mismo.

COIRCO es el primer comité de cuenca de la Argentina surgido por un acuerdo federal, con una distribución equitativa de sus aguas entre las provincias que lo integran y más de tres décadas de existencia armónica y efectiva, administrando la convivencia de aquellas en torno a un recurso natural.

Este recurso natural, el río Colorado, permite hoy el abastecimiento a poblaciones, el riego de unas 163.000 hectáreas, sobre un total potencial de 320.000 hectáreas. Se cubren además otros usos consuntivos vinculados a actividades petroleras, mineras e industriales y recreativas, así como la generación hidroeléctrica, en el contexto de utilización de los recursos naturales orientado a un equilibrado y sostenible desarrollo socioeconómico, en plena armonía con la necesidad de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones y conservar y proteger la calidad del medio ambiente.

En este marco institucional, a través del financiamiento del programa Multisectorial de Preinversión III (Contrato de Préstamo N° 1896/OC – AR; Banco Interamericano de Desarrollo) se llamó a licitación para la contratación del Estudio de Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico cuya adjudicación recayó en el Consorcio de las empresas Halcrow-Hidroestructuras habiéndose firmado el contrato correspondiente el día 16 de diciembre de 2010 y dándose inicio a las tareas en febrero de 2011.

OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo central del estudio establecido en los Términos de Referencia es “resguardar o mejorar las condiciones de vida de todos los habitantes de poblaciones ribereñas, orientando y facilitando el ordenamiento territorial que contemple la planificación urbana, rural e industrial a través de la determinación de áreas de riego hídrico en la Cuenca del río Colorado que incluyen la delimitación de líneas de ribera, vías de evacuación de crecidas y de riesgo de inundación, estableciendo con ello zonas de prohibición, restricción o de usos permitidos.

Asimismo constituyen otros objetivos del trabajo considerar posibles mejoras en los sistemas de abastecimiento de agua y orientar la ejecución de obras de sistematización fluvial, control de procesos erosivos, resguardos contra la acción de crecientes y diseño de sistemas de alerta como prevención”.

Como temáticas principales, se definieron a aquellas que tenían una importancia fundamental para la elaboración del Estudio:

- Componente 1: Estudios completos sobre el origen de sedimentos y mecanismos de su transporte en la Cuenca del río Colorado comprendiendo la recopilación, análisis, integración y actualización de toda la documentación histórica existente,
- Componente 2: Se refiere a la aplicación de pautas técnicas y del modelo matemático Hec-Ras, reforzada con aspectos morfológicos y proyección metodológica a toda la Cuenca del río Colorado para la delimitación de la línea de ribera y conexas,
- Componente 3: Inspección y monitoreo de trabajos de Consultoría, y Elaboración de Pliegos para desarrollar actividades específicas de los resultados del estudio (posibles mejoras en los sistemas de abastecimiento de agua, y orientar hacia la ejecución de obras de sistematización fluvial, control de procesos erosivos, resguardos contra la acción de crecientes y diseño de sistemas de alerta).

ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque general del análisis efectuado se basó en el abordaje causal de la problemática del riesgo hídrico en la región del Río Colorado mediante la conceptualización de las situaciones de riesgo a través de un modelo Fuente-Transmisor-Receptor-Impacto, definiendo los mecanismos transmisores que traducen cada una de las problemáticas en impacto y consecuencias en los medios receptores.

Este enfoque tiene tres pilares conceptuales asociados:

- Enfoque geomorfológico mediante la metodología de estudios geomorfológicos que distingue las siguientes grandes componentes:
 - a. Geomorfología regional: aborda integralmente las relaciones procesos-forma a nivel de cuenca;
 - b. Auditoría fluvial: se concentra en los procesos de transporte y en la respuesta del sistema fluvial al

- estrés hidrosedimentológico externo;
- c. Evaluación de la dinámica geomórfica: aborda en escala de detalle la respuesta de una dada geoforma y/o proceso individual a la historia de aportes líquidos y sólidos del sistema fluvial,
- d. Lineamientos para el desarrollo de estrategias de gestión: sobre la base de las etapas anteriores permite inferir (y extrapolar a nivel de cuenca) posibles respuestas del sistema ante intervenciones antrópicas.

- Modelo conceptual de riesgo, que permite analizar en forma sistemática como los distintos peligros (o presiones) producen impactos (actuales o potenciales) en los medios receptores.
- Uso de herramientas de simulación: adoptando un enfoque de simulación integrada hidrológica, hidráulica y de transporte, sustentada en la disponibilidad de registros, en la posibilidad de utilización de imágenes satelitales para analizar la extensión de inundaciones, la elaboración de mapas que describan las características de la cuenca y la posibilidad de obtener/generar un modelo digital del terreno con suficiente precisión para el caso.



Enfoque metodológico

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG)

El Sistema de Información Geográfico fue desarrollado para almacenar la información básica y temática espacial recopilada durante el desarrollo del proyecto y asistir en los análisis temáticos que se llevaron a cabo.

El SIG abastece y sustenta cada uno de los bloques temáticos componentes del Estudio como herramienta de análisis y constituye en sí mismo un producto resultante para la posterior identificación, uso y actualización de información (por parte del personal de los organismos involucrados y destinatarios de la información).

El desarrollo del SIG comprendió:

- o adquisición y recopilación de información base e imágenes satelitales,

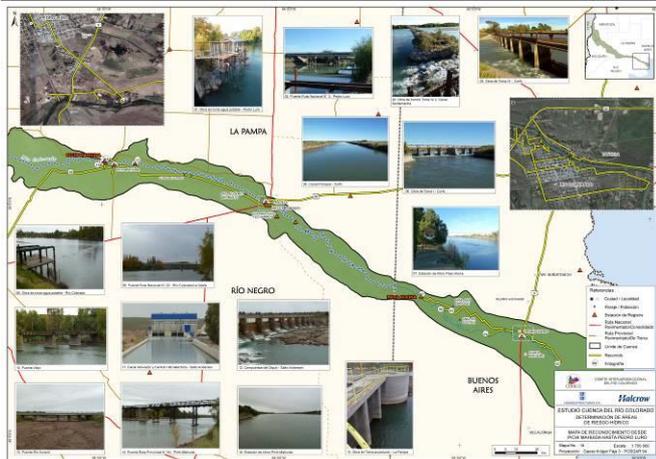
- o edición y proyección de la información incorporada al SIG,
- o definición de metodologías de uso del SIG para sustentar el desarrollo de las distintas aplicaciones y/o tareas en cada temática,
- o generación de mapas temáticos base,
- o generación del modelo digital del terreno,
- o generación de mapas temáticos “derivados” o de “proceso”, es decir aquellos que surgen como resultado del procesamiento de mapas temáticos base y
- o procesamientos espaciales para sustentar el desarrollo de las delimitación de áreas de riesgo hídrico

Para el desarrollo del SIG se utilizó el programa ArcGIS (ESRI), con el fin de compatibilizar el estudio con la geodatabase del COIRCO.

TRABAJOS EN LA CUENCA

Durante el transcurso del estudio se realizaron los siguientes trabajos de campo complementarios:

- ✓ Recorridos de **exploración aérea y terrestre** de áreas de la cuenca



Reconocimiento terrestre de la Cuenca Baja

- ✓ Campañas de **relevamientos topobatimétricos** de secciones transversales al cauce



Relevamiento topobatimétrico en el Río Colorado

- ✓ Campañas de **muestreo de sedimentos** en cauces, sus planicies y áreas de aporte



Muestreo de sedimentos en piso de cañadón en Desfiladero Bayo

- ✓ **Talleres participativos** (con autoridades del COIRCO y la Comisión de Seguimiento) en Neuquén, Bahía Blanca y Casa de Piedra.



Presentación de Informe Complementario, en Bahía Blanca, 3 de Octubre de 2012

TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la elaboración y desarrollo del Estudio se recopiló y analizó gran cantidad de información de diversa índole, que se utilizó con los siguientes propósitos:

- Interpretación y uniformización de la información secundaria existente (por ejemplo para obtener el mapa de cobertura actual de suelo)
- Mapeos completos en base a la interpretación de imágenes satelitales (en el caso del mapa de geomorfología)
- Compilación de información secundaria (para desarrollar las bases de datos hidrológicos y de sedimentos)
- Procesamiento de los trabajos de campo (para la caracterización geométrica del curso)
- Reconocimientos y entrevistas (para la identificación y caracterización de las problemáticas ribereñas)

PRODUCTOS OBTENIDOS

El Estudio de Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico se compone de un Informe Final integrador que contiene y describe los productos desarrollados a lo largo del estudio:

- Resultados de los trabajos de campo
- Diagnóstico actualizado de las características hidrológicas y de los suelos de la superficie de la Cuenca del Río Colorado, identificando los principales problemas de sedimentos y degradación de la cuenca;
- Análisis de peligro hídrico (mediante modelación matemática) realizado en todo el río Colorado, que permite su identificación y delimitación clara en todas las zonas ribereñas de la cuenca;
- Medidas estructurales y no estructurales para prevenir y mitigar los riesgos de desastres naturales por inundación, y propuestas de obras para solucionar el problema de sedimentos sobre el sistema de captación superficial de agua.
- Sistema de Información Geográfica
- Síntesis Ejecutiva

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

LÍMITES Y EXTENSIÓN

La cuenca del río Colorado cubre un área de 48000 km², que se extiende sobre las provincias de Mendoza (35,49%), Neuquén (19,77%), Río Negro (26,63%), La Pampa (12,44%) y Buenos Aires (5,67%).

El Río Colorado se origina a partir de la confluencia de los ríos cordilleranos Grande (Mendoza) y Barrancas (Neuquén y Mendoza) a 835m sobre el nivel del mar, y escurre hacia el Océano Atlántico con dirección NO-SE, atravesando transversalmente el país en un recorrido de 922km hacia la desembocadura.

La cuenca presenta dos sectores bien definidos, el superior, que comprende a las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas hasta Buta Ranquil (aguas abajo de la confluencia de ambos ríos) que constituye la parte hidrológicamente más activa de la cuenca, y el medio e inferior desde Buta Ranquil hasta el Océano Atlántico, de menor actividad, ya que la máxima alimentación de origen nival, se produce en la cuenca alta.



Cañón del Arroyo Charileuhue en las cercanías de su ingreso al Río Barrancas

Entre la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, y Buta Ranquil (Neuquén), el Río Colorado recibe los aportes del Río Butacó, del Arroyo Chacaicó y de otros cauces menores. Aguas abajo de Buta Ranquil, recibe descargas de

cañadones aluvionales siendo el Cañadón Desfiladero Bayo el más importante (margen derecha, con un caudal estimado de 800m³/s en 1997 como consecuencia de lluvias convectivas que se produjeron durante el mes de marzo, cuando en Buta Ranquil escurría un caudal del orden de 100m³/s) y el Río Curacó, curso intermitente por causas antrópicas.



Planicie aluvial del río Grande aguas abajo del avance de las coladas que se encauzaron en este curso fluvial

El régimen hídrico del Río Colorado se caracteriza como fuertemente estacional, producto de que la alimentación preponderante corresponde a la fusión nival originada en la cuenca activa. Esta cuenca presenta un derrame anual promedio de 4.679hm³ (con un máximo de 9.151hm³ en 1982/83 y un mínimo de 1.658hm³ en 1968/69).

Las crecidas se presentan en el período octubre/marzo y los caudales medios diarios, alcanzan valores máximos y mínimos de 1.053 y 30m³/s (durante 1982/83 y 1955/56, respectivamente). La máxima crecida originada por lluvias se produjo en mayo de 2008 con un pico de 1050m³/s el 23 de mayo. El 95% del tiempo el caudal en la estación Buta Ranquil, es igual o superior a los 53m³/s. Si se considera la estación Pichi Mahuida, ubicada aguas abajo de la estación Buta Ranquil, en proximidades de la desembocadura del Río Curacó y dentro de la zona menos activa de la cuenca del Río Colorado, se advierte que la contribución del sector de la cuenca comprendido entre Buta Ranquil y la desembocadura en el océano es muy poco significativa.



Sección de aforos del Río Colorado en Buta Ranquil (SSRH)



Sección de aflor del Río Colorado en Pichi Mahuida (SSRH)

Complementariamente a los datos provenientes de registros hidrológicos, existen referencias de otras crecidas como la catástrofe ocurrida en diciembre de 1914, la de 1920 que afectó Pedro Luro, la de 1930/31 y otras registradas en los años 1963/64 y 1971/72.

La crecida histórica crítica, denominada la “crezca grande”, tuvo su origen en un aluvión resultante del colapso del endicamiento natural de la Laguna Carrilauquén ocurrido el día 29 de diciembre de 1914. Esta barrera al escurrimiento del río Barrancas, de una altura estimada en 130m de altura, se originó como resultado del colapso de una ladera del Cerro Pelán causado por un shock sísmico que a su vez dió lugar a una avalancha de rocas que cerró el valle del río Barrancas, dando origen a la Laguna de Carrilauquén.



Descarga de la Laguna Carrilauquén

El endicamiento natural, de una antigüedad mínima de 427 años, colapsó debido a un anómalo incremento de la precipitación y acumulación de nieve en el invierno de 1914, circunstancia a la cual se sumó un derretimiento tardío de la misma que incrementó considerablemente el nivel del agua hasta posteriormente colapsar bajo la forma de un debris flow. Se estima que el volumen de la crecida fue de 1,8 a 2 Km³ con un porcentaje del 40 a 80% en peso de sedimentos.

Entre las estaciones de control Buta Ranquil y Pichi Mahuida, se encuentra emplazada la obra Presa Casa de Piedra, cuyo llenado se inició en el mes de julio del año 1989.

La Norma de Manejo de Agua (NMA) establece las descargas en la consideración de una serie de criterios. Las descargas oscilan entre un mínimo de 50m³/s y un máximo de 190m³/s en condiciones normales de oferta hídrica, rango de operación del embalse y condiciones de seguridad de la obra satisfactorias. Por regulación de crecidas o ante requerimiento de disolución de la potencial descarga del Curacó, la erogación desde Casa de Piedra puede superar el valor de 190m³/s, según el esquema en la NMA.



Vista del vertedero de Casa de Piedra

Asimismo, ante una condición de reducción de la reserva de agua en el embalse, y en coincidencia con el período de veda de riego, se consensua una reducción por debajo de los 50m³/s alcanzando un valor del orden de 20 a 25m³/s (condicionado a las necesidades de uso humano y ganadero y condiciones ambientales).

En todos los casos la NMA respeta las prioridades de los usos del agua comprometidos en el Acuerdo del Río Colorado, firmado por las cinco provincias condóminas.



Vista de la Central de Casa de Piedra

CLIMA Y PAISAJE

La cuenca del río Colorado se caracteriza por presentar una importante heterogeneidad natural signada por su extenso desarrollo longitudinal en el que atraviesa regiones de climas diversos, desde los típicamente nivales en la Cordillera y Precordillera de los Andes, los semiáridos característicos de

la meseta patagónica y el templado sub-húmedo de su último tramo.

- En la cuenca alta, en la zona cordillerana el clima es frío, con una temperatura media anual que no supera los 10° C y precipitaciones que fluctúan entre 600 y 1.000mm (en valores medios) concentradas en la época invernal y en forma de nieve (en las cumbres y en algunos valles las precipitaciones suelen alcanzar valores más altos).
- En la cuenca media la mayor parte del territorio presenta clima templado árido, con precipitaciones medias anuales bajas, entre 200 y 350mm. La temperatura media anual varía entre 14°C y 15°C y existe gran amplitud térmica, que alcanza valores del orden de 15°C.
- En la cuenca baja la temperatura media en los meses más cálidos supera los 22°C y la temperatura media anual es del orden de 16° C variando las temperaturas máximas absolutas entre 20 y 45° C y las mínimas absolutas entre -5 y -15° C, definiendo estaciones térmicas bien diferenciadas. El total anual de lluvias es de 400mm a 450mm sin importantes variaciones dentro de la zona.

Según una inicial aproximación sinóptica de gran escala se puede comprobar que las diversas formaciones que afloran en la cuenca del río Colorado incluyen partes de cinco Provincias Geológicas regionales: Cordillera Principal, Engolfamiento Neuquino, Payenia, Cuenca del Colorado y Bloque Las Mahuidas.

La cuenca se desarrolla sobre cuatro unidades geomórficas principales claramente diferenciadas y que en este estudio son definidas como:

- Unidad Regional Occidental: Abarca la sección superior de la cuenca del río Colorado, e incluye casi la totalidad del río Barrancas y la mayor parte del río Grande. En esta zona dominan, especialmente hacia el oeste, los paisajes irregulares compuestos por valles profundos, elevados cordones montañosos sobre los que se superponen edificios volcánicos y, de manera subordinada y hacia el oriente, serranías más bajas en las cuales se observa un severo control estructural en el diseño de los sistemas fluviales y las formas del relieve.
- Unidad Regional Intermedia: Esta unidad se extiende hacia el oriente hasta donde se localizan los límites interprovinciales de las provincias de Neuquén, La Pampa y Río Negro. Abarca la fracción central y parte de la occidental de la provincia geológica correspondiente al Engolfamiento Neuquino, a la totalidad de Payenia y a una porción muy reducida del Cordillera Principal. Además, queda incluida en esta unidad geomórfica regional la sección inferior del río Grande, la margen derecha de su sección intermedia y la sección superior del río Colorado. En ella prevalecen los paisajes de topografías suavemente onduladas y tabulares de poca inclinación, que solamente son interrumpidos por estructuras volcánicas que se superponen sobre estas formas del relieve, en algunos casos abarcando extensos territorios. El modelado del paisaje fue producto de la acción de procesos exógenos y endógenos específicos, muchos de los cuales prevalecen actualmente. Las geoformas han sido elaboradas en su mayor parte por la acción fluvial y por el proceso volcánico. Otros procesos

geomórficos tales como el glaciario y la remoción en masa, sólo han actuado muy marginalmente.

- Unidad Regional Oriental: Se extiende aproximadamente hacia el Este hasta su contacto con el ambiente en el cual se desarrollan geoformas marino litorales. Incluye en la mayor parte de su recorrido a las provincias de Río Negro y La Pampa, además de secciones reducidas de las provincias de Neuquén y Buenos Aires. La unidad incluye el curso medio e inferior del Río Colorado. Configura una faja elongada y extremadamente angosta en su sección oriental debido a que a lo largo de su recorrido sólo presenta sistemas fluviales tributarios de desarrollo destacable en su sección superior, los que mayormente provienen desde la Meseta del Medio. Esta falta de tributarios importante, se debe a la gran cantidad de bajos que se localizan al norte y al sur del río, los que dan lugar a la generación de sistemas fluviales endorreicos.
- Ambiente Litoral: Constituye una comarca muy limitada arealmente, en la que están presentes ambientes geomórficos marino litorales y se reconocen formas litorales actuales, formas inactivas y formas complejas, estas últimas debido a la interferencia de procesos fluviales y marino litorales actuales y pasados. En este ambiente se desarrolla el delta del río Colorado, zona de sedimentación de la carga clástica que llega desde la cuenca superior.

El río Colorado adquiere en el tramo que se desarrolla entre Buta Ranquil (Neuquén) y Colonia 25 de Mayo (La Pampa) la tonalidad que le da nombre y que se debe a los sedimentos que provienen desde las secuencias clásticas pertenecientes al Grupo Chubut, de edad cretácica superior. Se trata de sedimentitas en las cuales están presentes areniscas, pelitas y ocasionalmente areniscas conglomerádicas y conglomerados que se depositaron en ambientes continentales en los cuales existieron episodios alternantes de alta y baja energía.



Secuencias clásticas mesozoicas de dureza disímil en la cuenca del Río Colorado

En la sección del río Colorado que se extiende entre la sierra de Reyes (Provincia de Mendoza) y Rincón de los Sauces (Provincia de Neuquén), las referidas sedimentitas tienen un intenso color rojizo y se disponen en secuencias subhorizontales, en parte totalmente expuestas y en parte parcialmente cubiertas de coladas lávicas de edad cuaternaria y pliocena provenientes del volcán Auca Mahuida,

por el sur, y del sistema volcánico de Payenia por el norte.

Las unidades sedimentarias mesozoicas presentan una dureza variable, donde alternan banco tenaces y niveles de baja cementación, estos últimos de mayor potencia.

Estas unidades sedimentarias están intensamente afectadas por el proceso de erosión fluvial, el que ha dado lugar a una red de densidad variable sobre las pendientes labradas en las secuencias clásticas mesozoicas.

Los cursos que la componen son de régimen estacional y culminan sus recorridos como tributarios locales del río Colorado, al cual llegan en general mediante extensos conos aluviales que en la mayoría de los casos, especialmente los de mayor desarrollo, están segmentados.

Esta última característica es indicadora que incluso estas recientes formas de acumulación, están actualmente sometidas a la erosión fluvial.



Curso fluvial tributario al río Colorado

Durante los períodos funcionales, las aguas que se desplazan a lo largo de los referidos cauces transportan arenas, limos y eventualmente arcillas, hasta el río Colorado. Además, la migración lateral que presenta el río Colorado da lugar a permanentes procesos de remoción en masa locales que incorporan al curso fluvial importantes cantidades de sedimentos provenientes de esa secuencia sedimentaria.



Acumulaciones eólicas que se desplazan sobre la planicie aluvial del río Colorado

Otro aporte clástico, aunque secundario, que proporciona sedimentos al curso fluvial es el que se relaciona con el proceso eólico, tal como se puede observar en cercanías de Buta Ranquil.

Las dunas en esta localidad están compuestas de los clastos más finos que fueron deflacionados de los conos aluviales y piso de los cauces durante los períodos secos. Estas dunas, del tipo parabólica, migran sobre estas unidades hasta llegar

al río Colorado, sitio en el cual se integran a su planicie aluvial.

Las contribuciones clásticas mencionadas, especialmente las de granulometría más fina, dan lugar al color pardo rojizo que presenta la planicie aluvial y el agua de este curso fluvial, característica que es más pronunciada durante los episodios de aguas altas cuando la capacidad de transporte es mayor.

El indicado color del agua se mantiene hasta el embalse de Casa de Piedra. En este cuerpo de aguas, la carga clástica transportada se deposita, de tal forma que aguas abajo de la presa, el río Colorado deja de presentar el característico tono al cual le debe su nombre.



Río Colorado aguas abajo de Casa de Piedra

PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS

Tanto en el tramo fluvial regulado como en el no regulado, las poblaciones ribereñas del Río Colorado presentan problemáticas comunes en cuanto al uso de las riberas y valle de inundación del río.

Excepto en el tramo Puente Dique Punto Unido - Cola del embalse, en la actualidad no se aplica una reglamentación o normativa que establezca legalmente y demarque físicamente la línea de ribera y conexas, límites que establecen el dominio de los terrenos y sus restricciones de uso.

Tampoco se aplican otras normativas que regulen el uso de las riberas, la extensión de las propiedades costeras, la ubicación y tipo de construcciones habilitadas, etc.



Construcciones sobre la costa sin un marco regulatorio



Ocupación de la planicie de inundación del Río Colorado por actividades petroleras

En el tramo regulado, la atenuación de crecidas y menor movilidad lateral del cauce, han acentuado la ocupación humana de las costas, extendiendo los límites de las propiedades y propiciando la ejecución de construcciones permanentes y de alto impacto sobre las márgenes del río.

En sectores donde el río presenta un comportamiento amigable, la acción humana sobre las márgenes ha sido más intensiva e invasiva, favorecida por la ausencia de reglamentación sobre el uso de la costa y las construcciones permitidas en ella, que en algunos casos afectan la capacidad de escurrimiento y estabilidad de las márgenes.

En el tramo no regulado, la gran movilidad lateral del cauce y potencial riesgo de inundación han desalentado la ocupación y algunos usos de los terrenos ribereños. A pesar de ello, en algunos casos como en la localidad de Catriel, existen ciertos asentamientos poblacionales en potencial riesgo de inundación, defendido con obras precarias.



Enrocado en defensa lateral en Catriel

En los sistemas de riego en el tramo no regulado, la problemática más relevante se asocia al elevado transporte de material sólido del Río Colorado que define el continuo e importante ingreso de sedimentos en las obras de captación y transporte. Este hecho, que se repite en el tramo regulado, tiene aguas abajo de la Presa Embalse Casa de Piedra, menor impacto.

El proceso mencionado da origen a grandes volúmenes de

sólidos que se alojan en puntos críticos de cada sistema y requieren periódicos dragados y limpiezas, provocando elevados costos de mantenimiento.



Depósito de arena en rejas de aducción de la Central Hidroeléctrica Los Divisaderos

El problema común en el tramo regulado, especialmente en las obras de toma del sistema CORFO, es la movilidad vertical del lecho y las variaciones del nivel de agua en las secciones de toma, que han motivado la implementación de algunas medidas estructurales de control (espigones) de escasa eficiencia.



Vista de pedraplén en el Canal Santa María

La captación de sedimentos en los sistemas de riego originan grandes embanques en los canales principales que deben ser removidos anualmente. Esto genera un elevado costo de mantenimiento y la necesidad de amplias superficies para el depósito de las arenas extraídas, ocupando en algunos casos, caminos de acceso a las obras.



Depósitos de arena extraídos de los canales primarios – CORFO

EL GASTO SÓLIDO DEL RÍO COLORADO

En la cuenca del río Colorado (incluyendo a los ríos Barrancas y Grande), se reconocen grandes pérdidas de suelo por erosión y peligros geológicos de diversa magnitud y tipología entre los que se destacan los de erosión fluvial, erosión hídrica, inundación y remoción en masa, entre otros.

Todos ellos configuran riesgos naturales de importancia crítica ya que su potencial ocurrencia sobre estructuras o actividades antropogénicas pueden ocasionar pérdidas sociales y económicas de grandes consecuencias, pues incrementan la sedimentación en embalses y cauces (situación que conduce a una regulación disminuida del recurso hídrico), afectan el regular funcionamiento de las obras de toma e inducen procesos de cambios rápidos en los parámetros morfométricos de los cursos fluviales que se traducen en la inestabilidad de sus márgenes y potencian los peligros preexistentes de remoción en masa, erosión e inundación o los generan si éstos no estaban presentes.

Para disponer de un diagnóstico actualizado sobre la producción, el transporte y el destino de sedimentos en la Cuenca del Río Colorado considerando la información disponible y con el propósito de avanzar en el estudio de los severos impactos que se producen tanto en la calidad y disponibilidad del agua, como así también en la afectación de la infraestructura y la limitación al aprovechamiento del recurso hídrico, se consideraron y analizaron las siguientes características de los procesos de erosión presentes:

- La producción de sedimentos representa apenas una parte del total de sedimentos producidos en la cuenca como consecuencia de los procesos erosivos actuantes, siendo entonces la diferencia entre la erosión bruta y la cantidad de material que queda depositado y no es removido de la cuenca de drenaje.
- La erosión ocurre bajo toda condición climática pero constituye un problema particular de las zonas áridas y semiáridas con escasa cobertura vegetal como la del Colorado pues junto con la salinización, constituye una causa directa de desertificación.
- La producción de sedimentos en la cuenca se puede evaluar teniendo en cuenta dos tipos de procesos geomórficos exógenos principales que son: la erosión hídrica y fluvial, y los movimientos de remoción en masa, especialmente los relacionados con desplazamientos rápidos que culminan en el piso de los cauces, sitio a partir del cual sus componentes clásticos son transportados por los cursos fluviales hacia la cuenca baja.

Erosión Superficial

La producción de sedimentos por erosión superficial es un fenómeno generado principalmente por el impacto de las gotas de lluvia en el suelo y el escurrimiento laminar sobre la superficie de la cuenca, por lo tanto depende principalmente del régimen de lluvias, y de las características geológicas, morfológicas, de tipo de suelo y de cobertura vegetal. Así, la información básica para su estimación incluye la caracterización del relieve, clima, suelo, vegetación y uso del suelo.

Para evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica

superficial de la Cuenca, se utilizó la cartografía de unidades homogéneas en función de los parámetros principales que controlan el proceso erosivo mediante la aplicación del Método de Gavrilovic, un método paramétrico que permite calcular la producción media anual de sedimentos por erosión superficial, como el producto de dos relaciones diferentes: el volumen promedio anual erosionado de sedimento y el coeficiente de retención de sedimentos.



Vista general del paisaje local donde se observan signos de erosión superficial

La base para la implementación de esta metodología son cartas temáticas que refieren la variabilidad espacial de los factores forzantes de los procesos erosivos, y el modelo digital del terreno que describe las características de la topografía regional. La modelación se realizó en ambiente del sistema de información geográfica y el resultado obtenido es la tasa de erosión y la producción media de sedimentos de cada subcuenca a nivel anual.

La aplicación de la metodología fue validada mediante la comparación de los volúmenes medios anuales de producción de sedimentos en la estaciones de la Cuenca estimados a partir de los datos de transporte sólido registrados y mostraron un nivel de acuerdo con los valores medidos. En base a los resultados obtenidos, la producción total de sedimentos por erosión superficial en la Cuenca del Río Colorado se estima en un volumen anual total de $G = 1.790.730\text{m}^3/\text{año}$ equivalentes a 4,75 millones de toneladas de sólidos anuales. En esta cuantía, la cuenca del Río Barrancas participa con 0,91 millones de toneladas y la contribución del Río Grande es de 2,89 millones de toneladas, siendo la producción de la cuenca propia del Río Colorado de 0,94 millones de toneladas anuales.

Asimismo, se ha estimado el incremento en la producción de sedimentos por erosión superficial, inducido por el cambio de uso asociado a intervenciones antropogénicas (especialmente las ligadas a actividades petroleras que producen degradación del suelo debido al desmalezado y alisado del terreno), que alcanza en algunas subcuencas tenores del orden del 18% respecto de los valores medios anuales históricos.

La distribución espacial del volumen erosionado de

sedimentos se plasmó en el Mapa de Producción de Sedimentos en el que se identifican las zonas de mayor producción por esta fuente en la Cuenca y que sintetiza la degradación de su superficie.



Vista general del paisaje local. Se observa carcavamiento de laderas

Remoción en Masa

Por otro lado, los ambientes de morfología empinada, rocas tectonizadas e importante cobertura o disponibilidad de material fragmentado suelto que existen en la cuenca, son favorables a la generación de movimientos de remoción en masa, que una vez activados pueden tener un enorme poder destructivo, en función del volumen y velocidad de desplazamiento. En general, se los define como fenómenos geológicos que en su mecanismo involucran la movilización lenta o rápida de volúmenes de materiales hacia niveles inferiores bajo la acción directa de la gravitación terrestre. En esta definición se engloba una serie de procesos conocidos como flujos de barro, lahares, solifluxión, deslizamientos, desprendimientos, subsidencia, hundimientos, avalanchas o aludes, todos ellos asociados genéticamente a la interacción, en el tiempo y el espacio de factores geográficos, orográficos, climáticos, hidrológicos, sismológicos y geológicos.



Cañadones en la margen derecha del Río Barrancas 1 km aguas arriba de Vuelta del Agua

En relación a esta fuente de sedimentos, se desarrolló el mapeo de susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa (FRM) en la Cuenca, que está orientado no sólo a

indicar las áreas que han sido objeto de generación o proyección de flujos de diferente proporción de sólidos y agua a nivel geológico reciente e histórico, sino también y, principalmente, a determinar aquellos sectores que debido a sus características pueden ser consideradas como fuente potencial de estos procesos.

Con este objetivo, se seleccionaron parámetros indicativos de las condiciones de susceptibilidad de la cuenca para generar este tipo de procesos, que incluyen una amplia gama desde los fenómenos netamente gravitacionales hasta aquellos en que la masa presenta un alto grado de licuefacción y fluidez. Estos parámetros se refieren a las características de relieve, geológicas, geomorfológicas y de humedad de suelo, que definen diversas situaciones de proclividad a la ocurrencia de estos procesos.

Se elaboró el Mapa de distribución areal de susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa en el que se advierte que los movimientos gravitacionales de remoción en masa están directamente vinculados con los ambientes geológicos y geomorfológicos localizados en las Provincias Geológicas regionales de la Cordillera Principal (sudoeste de la provincia de Mendoza y al noroeste de la provincia de Neuquén) y el Engolfamiento Neuquino (provincia de Neuquén, sur de la provincia de Mendoza). En el resto de la cuenca, los procesos de remoción en masa actúan muy localmente y por lo tanto no contribuyen como proceso gravitante en el aporte clástico a la cuenca.



Depósitos de arena en altura en la margen derecha del Río Grande

Las zonas identificadas como de mayor susceptibilidad corresponden a las cuencas de los ríos Grande y Barrancas y las de sus tributarios. En el caso del Barrancas resaltan zonas susceptibles asociadas a los afluentes por margen derecha Curamilio, Trovunco, Blanco, Domuyo, Buta-Có y Chadileo y por margen izquierda, Las Salinas, Bucamilio, Cari Muehue (impermanentemente) y Chacay-có.

En la cuenca del Río Grande las áreas de mayor susceptibilidad se presentan en las cuencas de aporte de los arroyos Valenzuela, de La Pampa y Calquenque por margen izquierda y Montañas, El seguro, Los Ángeles, La Ventana, Malal Huaca, Huanquimileo por margen derecha.

Mediante el análisis conjunto de ambas fuentes de producción de sedimentos, se analizaron e identificaron las zonas con mayor sensibilidad en relación a la producción y

aporte de material sólido.

Para cada una de ellas se presentaron las estimaciones de producción de sedimentos, se distinguieron los mecanismos de transporte de material sólido y se caracterizaron los materiales transportados, proporcionando una zonificación que aporta información clave para un plan de uso y manejo racional de la cuenca; ya que es producto del análisis conjunto de la fragilidad de la cuenca, las áreas críticas y la erosión actual, e integra diversos factores físico-naturales-antropogénicos como: clima, hidrología, geología, geomorfología, suelos, capacidad de uso de las tierras, riesgo de erosión actual y potencial y su correspondiente diferencial.

Se identificaron las siguientes zonas:

La unidad Z1 comprende las cuencas de los ríos Grande y Barrancas y se caracteriza por una intensa producción de sedimentos por erosión superficial, erosión fluvial vertical y procesos de remoción en masa.



Vista del entorno del Río Huara-Co desde margen izquierda

En este ámbito tienen y han tenido ocurrencia procesos glaciares y periglaciares, selectivamente situados en las cotas de mayor altura y en la faja occidental, los que influyeron decisivamente en el labrado del paisaje y en la naturaleza de gran parte de las acumulaciones inconsolidadas que se extienden sobre las pendientes y fondos de los valles.



Vista hacia aguas abajo desde la cola superior de la Laguna Carrilauquen

La zona se caracteriza por la ocurrencia de numerosos movimientos de remoción en masa de diversa magnitud y tipo, especialmente localizados en la faja oeste, así como por la existencia de procesos de erosión fluvial de elevada intensidad.

En la zona central y Este, domina el paisaje fluvial y la superficie de la cuenca exhibe fuerte energía erosiva, y un proceso de rejuvenecimiento por erosión fluvial vertical que se manifiesta en los cursos fluviales de orden menor que son tributarios de los cursos principales. Ellos presentan un diseño dendrítico con una elevada densidad y textura muy fina.



Vista hacia aguas arriba del Río Grande en proximidades del Paraje Bardas Blancas desde margen derecha

Estos cauces presentan profunda indentación en el relieve y están sometidos a profundización y expansión lateral por lo que son responsables de una muy alta producción de sedimentos los que son rápidamente incorporados a los cursos fluviales principales y luego transportados hacia la cuenca baja.



Planicie aluvial del río Grande. Al fondo se observa parte del sistema volcánico de Payenia

La zona Z2 se define en la cuenca propia del río Colorado, desde la confluencia de los anteriores y hasta aproximadamente la localidad de Gobernador Ayala. El área se caracteriza por la prevalencia de paisajes de topografías suavemente onduladas y tabulares de poca inclinación, que solamente son interrumpidos por estructuras volcánicas que se superponen sobre estas formas del relieve. Estos paisajes son producto de la acción fluvial y del proceso volcánico mayoritariamente.



Río Colorado atravesando las coladas procedentes del volcán Tromen

La zona tributaria situada al oeste del Colorado, se desarrolla en un paisaje que transita la etapa en la cual la profundización fluvial esta atenuada, aunque hay algunos sectores en los cuales existen evidencias de rejuvenecimiento fluvial.

Gran parte de los cursos fluviales, especialmente los de orden secundario, están gobernados por la alternancia de bancos de diferente dureza y por el tipo de plegamiento que los afecta. La ladera izquierda del Río Colorado presenta afluentes de corto recorrido que aporta en épocas de lluvias o deshielo materiales en suspensión.



Ingreso de cursos fluviales al Río Colorado aguas abajo de Pata Mora



Cono aluvial de un cauce fluvial secundario

Estos cursos forman importantes abanicos que son

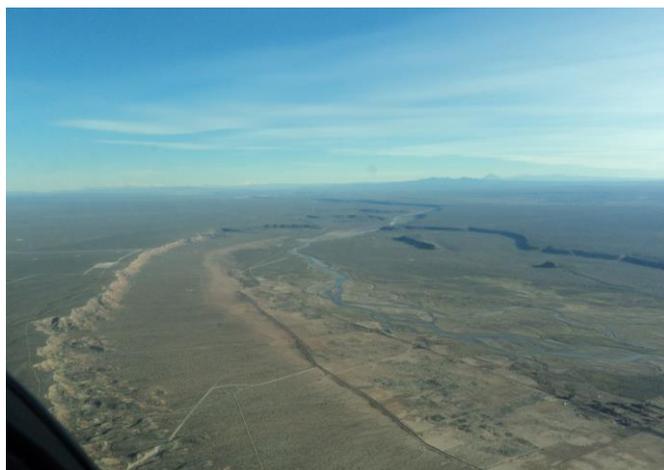
erosionados por el río Colorado durante las crecidas. Los desagües naturales de los abanicos cavan profundos cañadones que evidencian rejuvenecimiento del paisaje.

Entre Rincón de los Sauces y Octavio Pico sobre amplias áreas aledañas al río se impone el dominio basáltico sólo interrumpido por algunos bolsones sedimentarios en particular por margen izquierda. Son zonas de menor estabilidad que tienen la dinámica de una bajada con salida restringida y se generan a partir de erosión lenta de la cubierta efusiva.



Vista del Río Colorado aguas abajo de Rincón de los Sauces

Sobre la ladera se produce convergencia del escurrimiento que mediante extensos y amplios cañadones de dirección WE concentran las aguas del faldeo oriental de la sierra de Auca Mahuida en el paraje Rincón Colorado, zona en la que se exponen sedimentos rojizos de grano fino y baja consolidación. En época de lluvias se producen importantes arrastres de sedimentos que intensifican la coloración del río.



Vista del Río Colorado en Rincón Colorado

La zona Z3 se extiende desde el punto anterior hasta aproximadamente la localidad de Gobernador Duval y en ella se produce la transferencia y producción de sedimentos desde superficies de erosión labradas sobre sedimentitas, erosión de márgenes, erosión en bardas y en márgenes de niveles de terrazas.



Vista del Río Colorado en proximidades de Colonia 25 de Mayo

El aporte clástico que ingresa a esta sección, descontando el que lo hace por el río desde la cuenca alta, esta prácticamente limitado al área que se extiende entre Colonia 25 de Mayo y el vaso de Casa de Piedra, que actúa como receptor de los aportes de toda la cuenca aguas arriba del mismo.



Vista del Río Colorado aguas abajo de Casa de Piedra

Configura una zona fundamentalmente de transferencia de la carga sedimentaria hacia aguas abajo, con sectores en los cuales el amplio desarrollo de su planicie de inundación ofrece ambientes en los cuales tiene lugar la sedimentación.

A lo largo de su recorrido se pueden observar extensas superficies subhorizontales de suave inclinación al Este que acompañan por ambas márgenes al curso del río Colorado y que constituyen terrazas glacifluviales y fluviales. Hacia el sur el paisaje es dominado por un relieve de mesetas recortadas.

El aporte de sedimentos proviene fundamentalmente de los pedimentos de flanco que constituyen las superficies de erosión actual, y tienen un amplio desarrollo en toda la cuenca pero alcanzan su mayor expresión sobre la margen Noreste de la Meseta del Medio, extendiéndose desde la terraza glacifluvial hasta la planicie de inundación del río Colorado.

Están parcialmente cubiertos de arenas y limos y en forma minoritaria, gravas gruesas, medianas y finas, sobre los que se configuran cauces fluviales secundarios, en general de poca indentación en el terreno, con pisos chatos y regulares que desde sus nacientes se van expandiendo progresivamente hasta configurar conos aluviales de gran

extensión.



Vista de la planicie aluvial del Río Colorado en el área de Colonia 25 de Mayo

La cuarta zona, Z4, se desarrolla aguas abajo, hasta aproximadamente la localidad de Paso Alsina. En ella predomina el proceso de transferencia de sedimentos a la cuenca baja, aunque existen procesos de producción de sedimentos de menor envergadura que los de las zonas aguas arriba, principalmente por erosión de márgenes y erosión en pendientes inmaduras.



Río Colorado aguas abajo de Salto Andersen

La zona está signada por la presencia de formas no funcionales a ambos lados del curso del río Colorado y a cotas superiores a las terrazas fluviales holocenas que lo marginan, donde se reconoce la existencia de varias terrazas de mayor tamaño sobre las cuales apoyan acumulaciones de gravas, arenas gruesas, medianas y finas que se interestratifican con niveles de limos y arcillas del tipo glacifluvial.

Se encuentran escalonadas y sobre ellas hay gravas que se componen de rodados redondeados a subredondeados de variada petrología, fundamentalmente relacionados con rocas volcánicas ácidas y básicas, que proceden de la cordillera Patagónica. Las arenas y limos provienen en su mayoría de la erosión de las sedimentitas de las formaciones de edad terciaria y cretácica.



Río Colorado en Río Colorado



Río Colorado en Pedro Luro

En los márgenes de los niveles de terraza glacifluvial se desarrollan superficies de pendiente que todavía no han alcanzado una regularización en los perfiles de equilibrio de los procesos que actúan sobre ellas y que ocasionalmente muestran signos de carcavamiento activo.



Río Colorado en Paso Alsina



Toma Santa María

La geoformas fluviales denominadas conos y bajadas, casi no están presentes en esta unidad, sólo aparecen ejemplos muy aislados y de exiguuo desarrollo.

Los cursos fluviales relacionados con estas geoformas son de régimen estacional y solamente se activan durante episodios de precipitaciones locales sobre sus cuencas secundarias.

La zona denominada Z5 es un área de recepción de aportes clásticos y de deposición de sedimentos en el ambiente deltaico y sus llanuras intermedias.

Configura la zona de recepción de sistemas fluviales temporarios relacionados con pedimentos convergentes y junto a las formas de origen marino litoral constituye una zona de recepción neta ya que en este ambiente se desarrolla el delta del río Colorado, zona propicia para la sedimentación de la carga clástica que llega desde la cuenca superior.

La zonificación efectuada permitió identificar en la cuenca alta la posibilidad que se produzcan eventos transformadores del relieve o paisaje, como los procesos de remoción en masa y de erosión fluvial como principales fuentes de aporte de material clástico.

La ocurrencia o no de tales eventos depende de la confluencia de factores naturales internos (grado de cohesión de materiales, existencia de planos de discontinuidad, plasticidad de materiales, etc.) y externos (precipitaciones, pendiente empinada, ondas sísmicas, etc.) para provocar un cambio en el equilibrio existente.

La carga transportada origina el comportamiento dinámico del sistema fluvial debido a variaciones de energía que provocan erosión y deposición recurrentes. Estos cambios de energía se producen por variaciones del relieve: el río nace y transcurre por un ambiente montañoso, con valles encajonados donde la carga de materiales no sedimenta debido a la velocidad del flujo, para luego entrar en una llanura donde el cauce no está limitado lateralmente, pierde velocidad y capacidad de carga, depositando material y finalmente obliterando los canales.

Si bien estos procesos obedecen a causas naturales definidas por las características climáticas, geomorfológicas, edáficas y de relieve, la actividad antrópica puede potenciar estas características mediante la destrucción de la cobertura vegetal y aumentando la vulnerabilidad de la cuenca.

ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO

El conocimiento de las características hidráulicas del sistema fluvial constituye el sustento de la determinación de áreas de riesgo hídrico en la Cuenca del río Colorado, mediante el tránsito de crecidas de diferente magnitud, íntimamente relacionado con los componentes geomorfológicos e hidrológicos de la cuenca, en cuanto a las influencias sobre el sistema y a la interpretación de la respuesta.

El enfoque del estudio de hidráulica de crecidas específico incluyó

- el desarrollo de modelos hidrológicos en las cuencas de los ríos Grande y Barrancas
- el desarrollo de modelos hidrodinámicos en el Río Colorado distinguiéndose 2 tramos: tramo no regulado (aguas arriba del Embalse Casa de Piedra) y tramo regulado (aguas abajo del Embalse Casa de Piedra).



Ámbito de Modelación Hidrológica

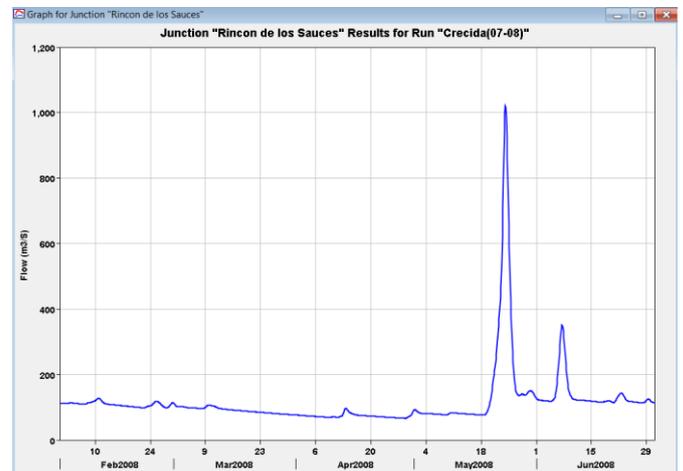


Ámbito de Modelación Hidrológica e Hidrodinámica

Sus principales características son las siguientes:

- La modelación hidrológica se llevó a cabo utilizando el programa HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) y los aspectos geográficos fueron cubiertos por el módulo HEC-GeoHMS (Geospatial Hydrologic Modeling Extension). Se

realizó la transformación lluvia-caudal para estimar el aporte de los tributarios a lo largo de los ríos de la Alta Cuenca y en la Cuenca Media e Inferior en las crecidas de diseño.

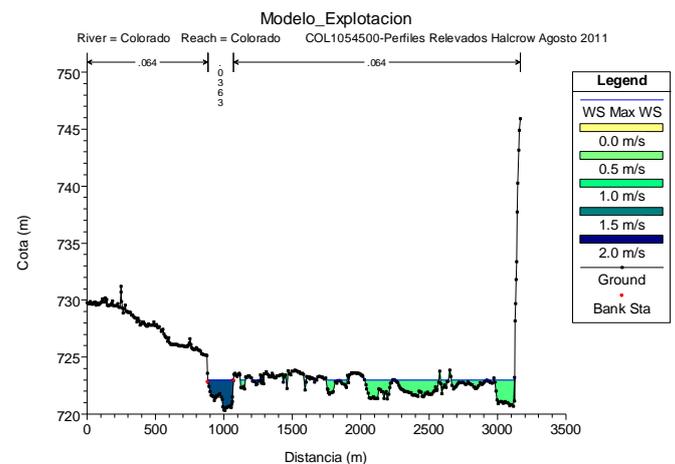


Hidrograma simulado en Rincón de los Sauces en la crecida de 2008

- La modelación hidráulica se desarrolló utilizando un programa unidimensional de propagación hidrodinámica basado en el programa HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) (en su versión 4.1.0), desarrollado por el U. S. Army Corps of Engineers.

Este programa fue utilizado para:

- recibir la condición de borde generada por el modelo hidrológico de transformación lluvia-caudal,
- efectuar el traslado hidrodinámico de la onda de crecida asociada a los eventos estadísticos,
- efectuar el traslado hidrodinámico de la onda generada ante un escenario de rotura de la presa.



Simulación de la crecida de 1000 años de recurrencia

Los modelos fueron calibrados y validados para las mayores crecidas registradas en el Río Colorado y su unión constituye un modelo único integrado, que representa el alcance total del Río Colorado, y que permitió la adecuada evaluación de

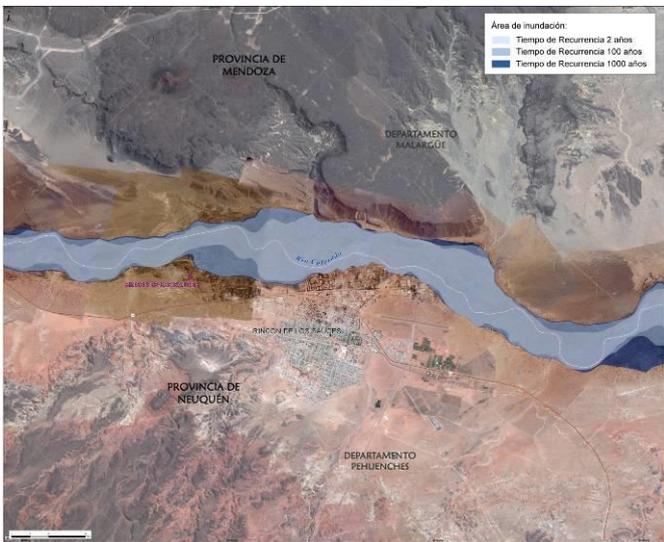
la evolución de las crecidas en el mismo y la generación de los mapas de riesgo hídrico destinados a la apreciación de afectaciones por inundación.

El modelo fue utilizado para la simulación de la propagación de crecidas de diseño asociadas a los escenarios de 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años de recurrencia y para la obtención de las condiciones de escurrimiento asociadas a los caudales de erogación de Casa de Piedra (Operación normal: 190 m³/s, máximo caudal de atenuación de crecidas: 525 m³/s, y caudal de diseño del vertedero: 3.100 m³/s, según Normas de Manejo de Agua).

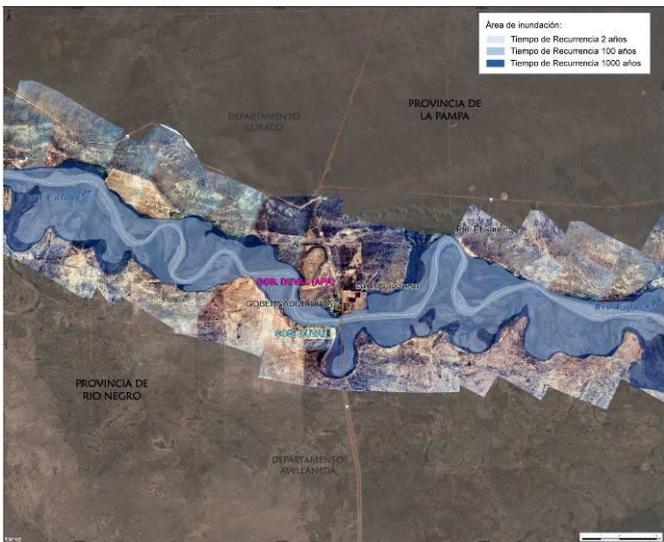
Los resultados obtenidos permitieron definir el peligro de las crecidas en la llanura de inundación del río Colorado mediante el mapeo de la frecuencia de los eventos de crecida y del alcance de la inundación que depende de los caudales pico, así como de la conducción del cauce del río y de la llanura de inundación. Éstas son a su vez, funciones de las características físicas, hidráulicas, geomorfológicas y topográficas del cauce del río y de su llanura de inundación.

utilizado para calcular los perfiles hidráulicos generados para los escenarios de desembalse rápido y rotura de presa de Casa de Piedra, y de eventual rotura de las presas proyectadas Portezuelo del Viento y Huelches.

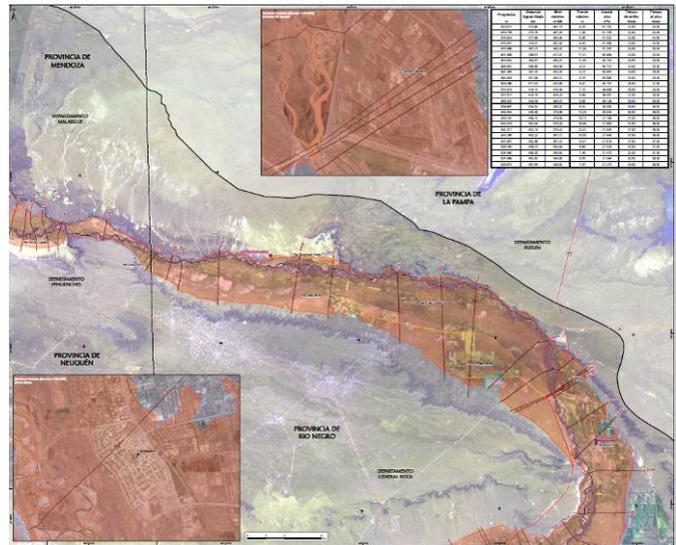
Las simulaciones realizadas permitieron obtener los niveles máximos alcanzados por la superficie libre, los hidrogramas de caudales y los tiempos característicos (tiempos de arribo y tiempo al pico) de las ondas de crecida generadas por desembalse y rotura, y las áreas de inundación asociadas a tales eventos catastróficos, proporcionando información sustantiva para la elaboración de los Planes de Acción durante Emergencias.



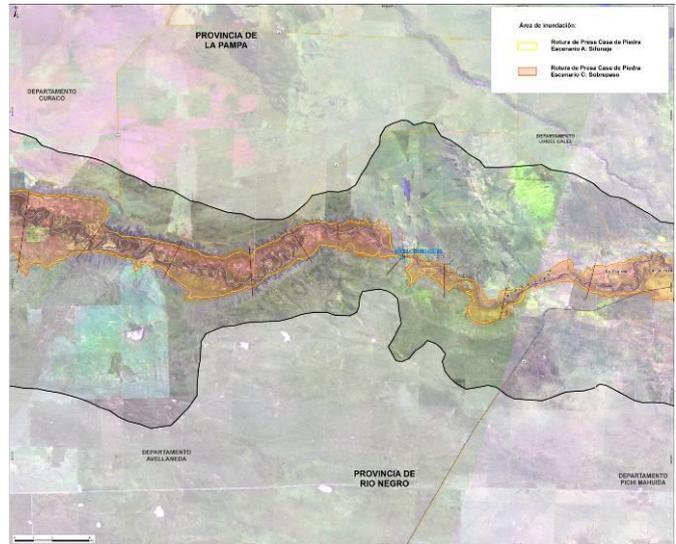
Áreas de inundación por crecidas de distintas recurrencias en proximidades de Rincón de Los Sauces (Escala 1:20000)



Áreas de inundación por crecidas de distintas recurrencias en proximidades de Gobernador Duval (Escala 1:20000)



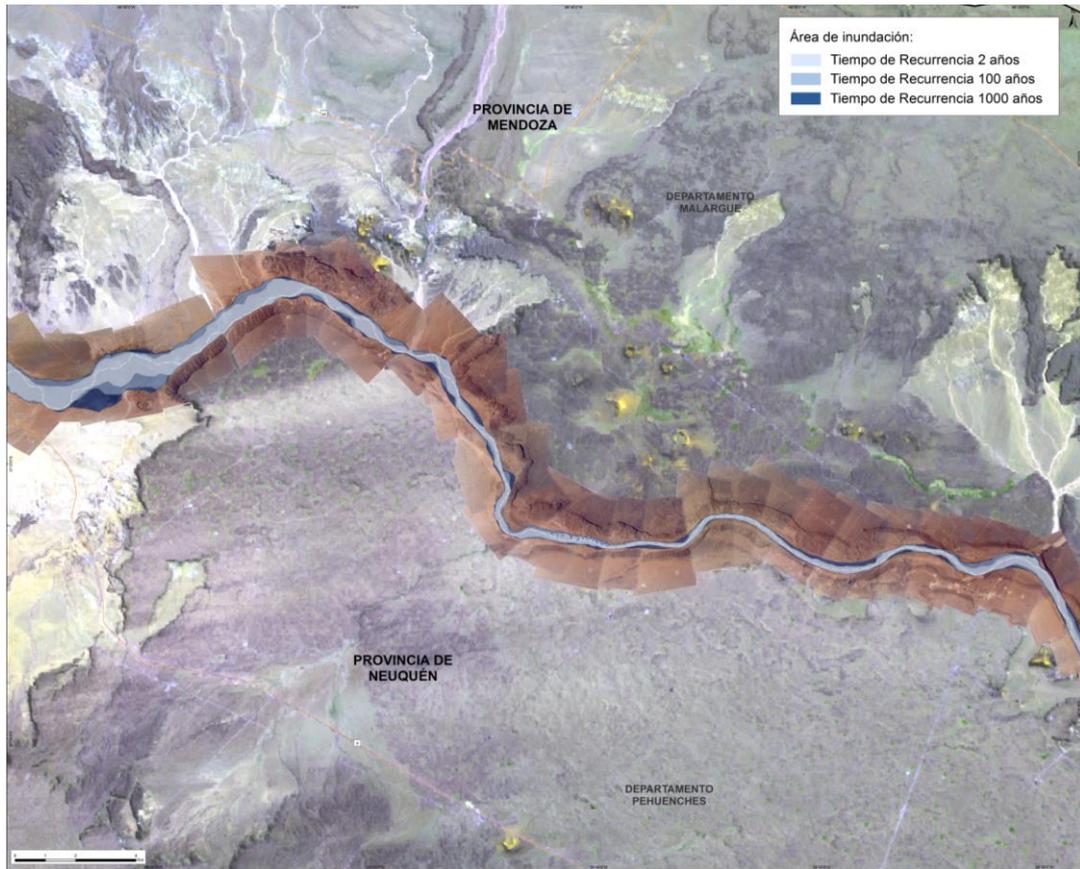
Áreas de inundación por rotura de la Presa Portezuelo del Viento en el tramo Rincón Colorado-25 de Mayo Duval (Escala 1:100000)



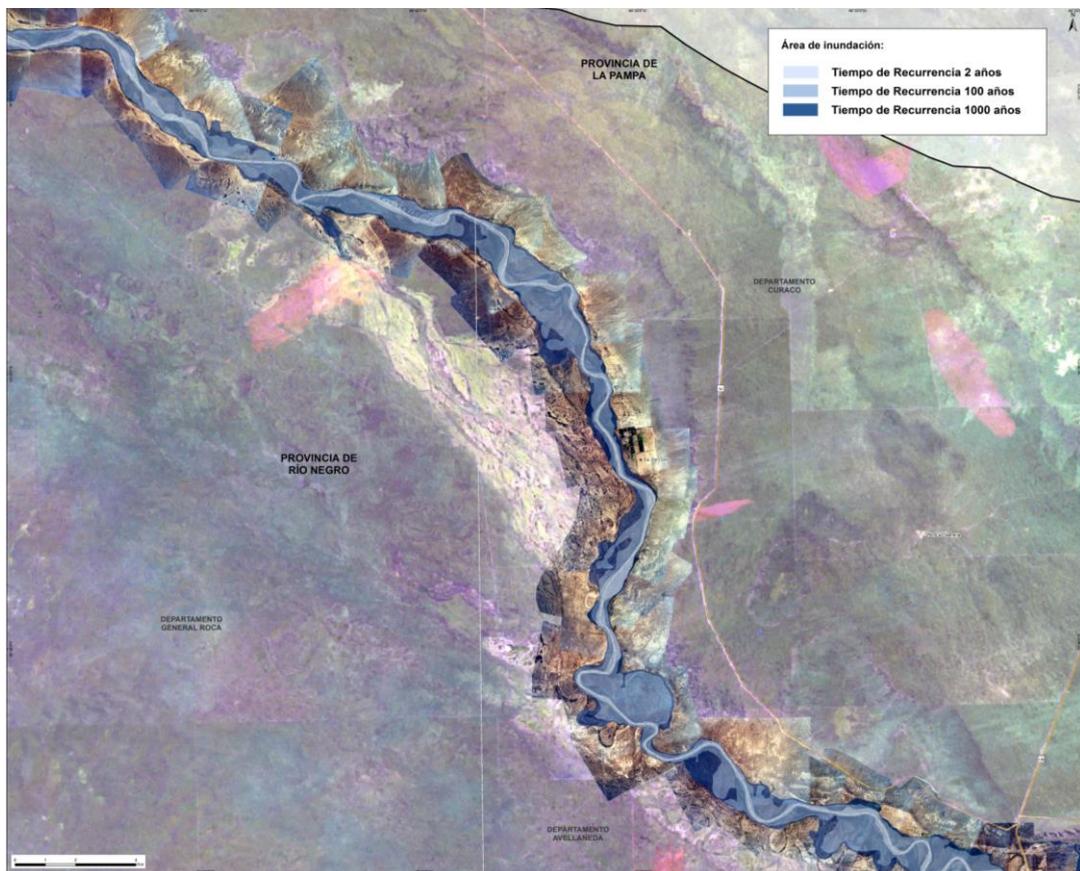
Áreas de inundación por rotura de la Presa Casa de Piedra en el tramo Santa Nicolasa- Estancia Sauce Hué (Escala 1:100000)

En el futuro, este modelo actualizado permitirá estudiar en detalle diferentes obras de protección y el efecto de nuevos desarrollos en el valle. Asimismo, constituirá una valiosa herramienta para ser incorporada al sistema de alerta hidrológico de la región.

Asimismo, el modelo de simulación hidrodinámico fue



Áreas de inundación por crecidas de distintas recurrencias aguas arriba de Casa de Piedra (Escala 1:50000)



Áreas de inundación por crecidas de distintas recurrencias aguas abajo de Casa de Piedra (Escala 1:50000)

MEDIDAS DE GESTIÓN INTEGRADA AGUA-SUELO

La meta final de este estudio fue proporcionar al COIRCO evidencia técnica que apoye los procesos de toma de decisión destinados a “resguardar y mejorar las condiciones de vida de todos los habitantes de las poblaciones ribereñas, orientando y facilitando el ordenamiento territorial que contemple la planificación urbana, rural e industrial a través de la determinación de áreas de riesgo hídrico en la Cuenca del Río Colorado las que incluyen la delimitación de líneas de ribera, vía de evacuación de crecidas y riesgo de inundación, estableciendo con ello zonas de prohibición, restricción o de usos permitidos”, de acuerdo a expresamente establecido en los Términos de Referencia.

En ese marco conceptual se basan las Medidas de Gestión Integrada Agua-Suelo propuestas que surgen del concepto de la Gestión del Riesgo de las Inundaciones (GRI), como componente eje específico de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), para maximizar los beneficios netos del uso de los valles de inundación, minimizando las pérdidas de vidas humanas, así como los daños a los bienes materiales e intangibles, como consecuencia de la manifestación de los diversos peligros hídricos latentes en la cuenca.

Desde esta visión, la GRI se basa en una aproximación a partir de un enfoque sistemático que define prioridades de acción considerando a los valles de inundación como ecosistemas fluviales dinámicos que cuentan con una elevada biodiversidad y un alto potencial para la productividad biológica, y que brindan servicios ambientales como la mitigación de las inundaciones, la recarga de los acuíferos, la purificación del agua y la regulación del intercambio de nutrientes entre la tierra y el agua entre otros, todos ellos regulados por el régimen hidrológico de los cursos de agua.

Las medidas de Gestión del Riesgo de las Inundaciones inspiradas en este paradigma implican por una parte la mitigación del riesgo, y la evaluación y reducción de la vulnerabilidad desde el punto de vista social, sin dejar de considerar una aproximación ecosistémica o ec hidrológica, basada en la aplicación del principio de integridad ecológica.

La Gestión del Riesgo de Inundaciones requiere la adopción de estrategias específicas que sólo pueden implementarse cuando se cuenta con conocimiento y evidencia de la mutua dinámica existente entre una cuenca y los valles de inundación de los cursos de agua que forman parte de su red de drenaje, desde una perspectiva integral.

Desde esta visión, las Medidas de Gestión Agua y Suelo y el Plan de Gestión del Riesgo de Inundaciones (PAGRI) conforman un nuevo aporte destinado a apoyar la tarea de COIRCO, complementando el Programa Único de Habilitación de Áreas de Riego y Distribución de Caudales del río Colorado desde la visión de la Gestión del Riesgo de Inundaciones.

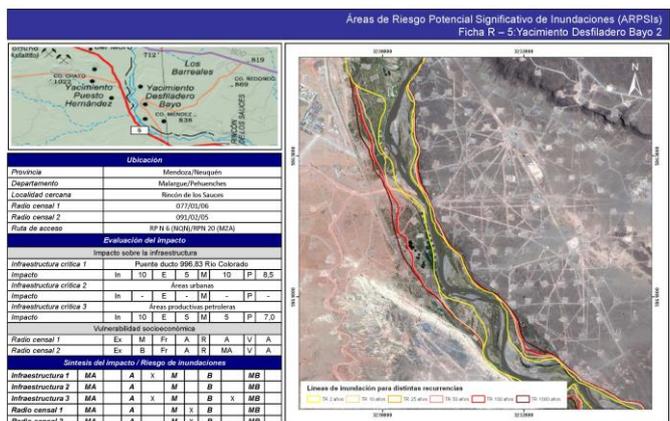
La evaluación del riesgo de inundaciones en los diversos sectores de una cuenca establece el punto de partida a partir del cual es posible identificar las estrategias que permitan prevenir, mitigar y lograr una adaptación a los impactos que generan, siendo necesario conocer para ello:

- La intensidad, frecuencia y alcance con el cual se manifiesta el riesgo hídrico (crecidas),
- El nivel de incidencia sobre la sociedad, sus bienes y su organización institucional.



El modelo conceptual para evaluar el riesgo y elaborar el Plan de Gestión del Riesgo de Inundaciones en la Cuenca del río Colorado considera el riesgo de inundación resultante de una combinación del peligro o riesgo hídrico -probabilidad de que un peligro hídrico alcance un umbral determinado- y la vulnerabilidad, definida por el grado de tolerancia social, económica y tecnológica de la población expuesta a dicho riesgo hídrico, así como por su capacidad de reacción y adaptación al fenómeno adverso.

Mediante el Análisis de riesgo de inundaciones, se identificó la infraestructura y los sectores críticos desde el punto de vista del riesgo hídrico a escala de la cuenca, para los que se elaboraron las correspondientes fichas de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSi).



Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación

Se efectuó el análisis de las normativas legales específicas y

los principales lineamientos y características del marco jurídico e institucional para la determinación y fijación de zonas de riesgo hídrico y vías de evacuación de inundaciones existentes tanto en la legislación Nacional como Provincial, con objeto de elaborar la propuesta para la delimitación de las áreas de riesgo hídrico (Líneas de ribera, vía de evacuación de crecidas y riesgo de inundación), en cada jurisdicción Provincial que conforma el COIRCO.

Se incluyó la evaluación de la aptitud de ese marco jurídico e institucional para la elaboración de las propuestas técnicas del estudio, efectuando recomendaciones jurídico-institucionales que permitan a cada jurisdicción la adecuación de las propuestas técnicas para la delimitación de la línea de ribera y áreas conexas.

DEFINICIÓN DE LÍNEA DE RIBERA Y CONEXAS

La planicie de inundación de río Colorado cumple un rol natural en la atenuación de las crecidas, permitiendo que los picos de caudal se derramen sobre una zona más amplia que el cauce propio del río, atenuando así los caudales máximos.

Su proximidad al cauce y las oportunidades que esto brinda como fuente de agua, medio de comunicación y otros, la hacen atractiva para la ocupación humana y el desarrollo económico, pero ella no está inhibida ante la posibilidad de una inundación, cuyo alcance dependerá de los caudales pico del evento de crecida, así como de la conducción del cauce del río y de la llanura de inundación que está definida

por las características físicas, hidráulicas, geomorfológicas y topográficas del cauce del río y de su planicie de inundación.

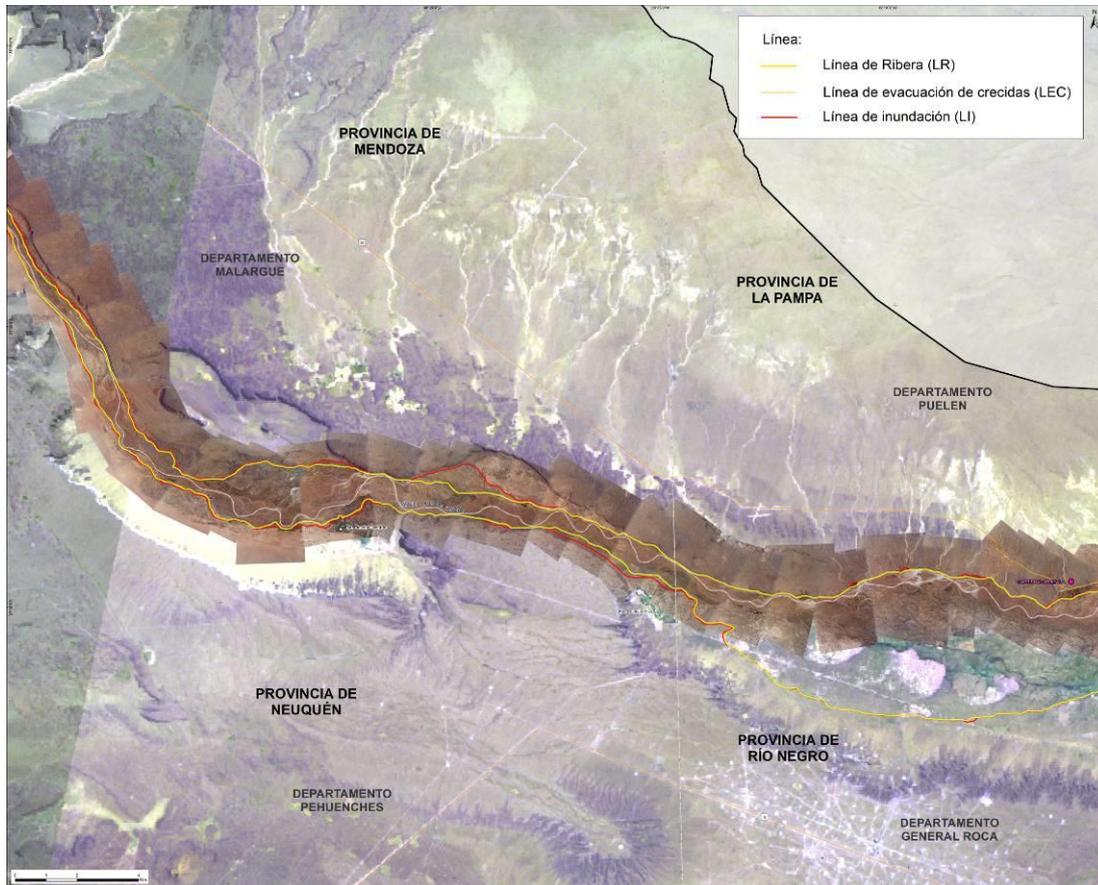
La delimitación de las zonas de frecuencia de inundación (áreas de inundación) permitió presentar en forma clara el peligro potencial asociado a cada área y sustentó la propuesta de delimitación y demarcación de la Línea de Ribera y de las líneas conexas, es decir los umbrales definidos dentro del dominio privado que demarcan zonas de restricción al uso.

Como resultado de los estudios realizados la propuesta elaborada aconseja fijar como cota de línea de ribera (LR) en el tramo del río Colorado que se desarrolla aguas arriba de la Presa Embalse Casa de Piedra a la que surge en cada perfil transversal al cauce de modelar el tramo con un caudal de 1039 m³/seg.

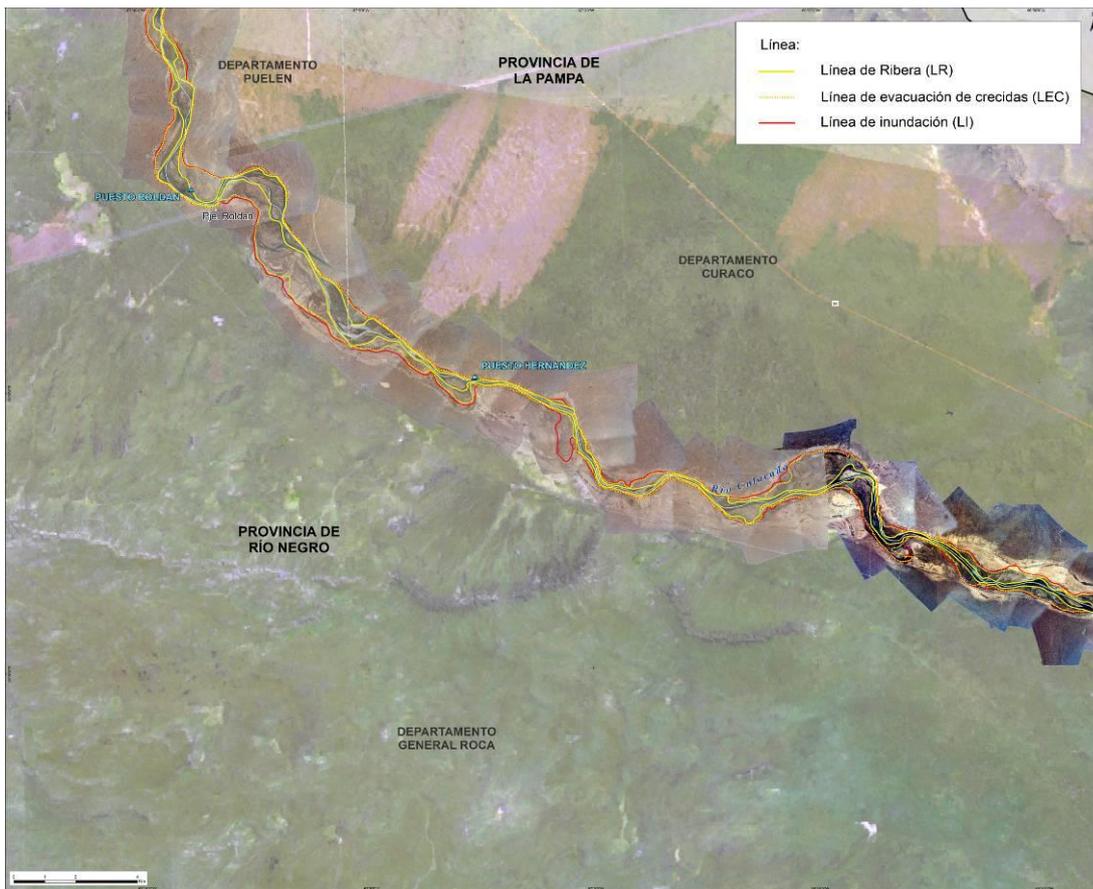
Esta línea delimita el dominio público hídrico del privado, y por debajo del nivel de la misma, no se debería admitir ningún tipo de construcción de instalaciones fijas que impida o altere el libre escurrimiento de las aguas.

Por las características geomorfológicas del tramo del río en análisis se considera a la LR coincidente con la línea de evacuación de crecidas (LEC).

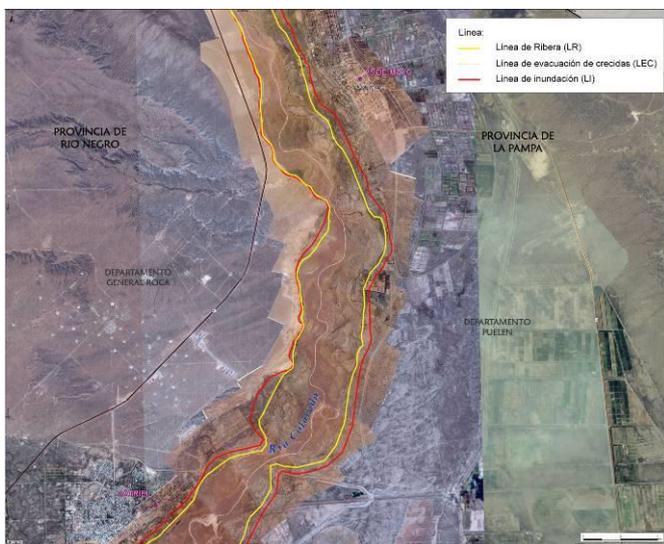
La Línea de Inundación (LI) se definirá en el terreno, en cada perfil relevado, por el nivel que alcanzan las aguas para un caudal de 1274 m³/s.



Línea de Ribera y conexas en un tramo aguas arriba de Casa de Piedra (Escala 1:50000)



Línea de Ribera y conexas en un tramo aguas abajo de Casa de Piedra (Escala 1:50000)

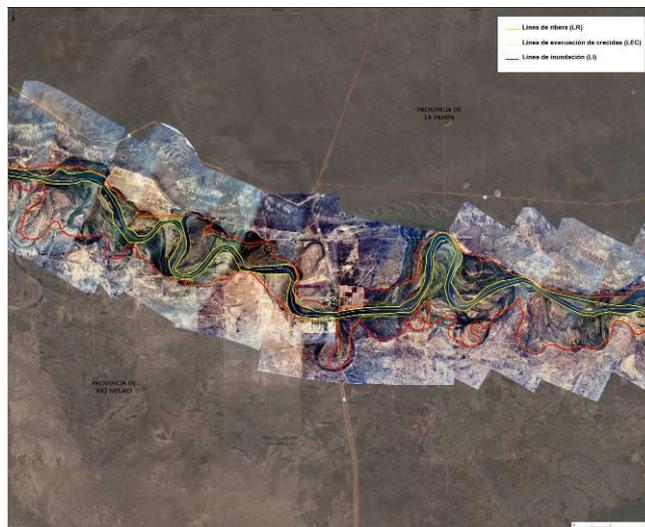


Línea de Ribera y conexas en proximidades de Colonia 25 de Mayo (Escala 1:20000)

En el Tramo Piloto se preconiza la delimitación efectuada en estudios antecedentes que dieron origen al Acta Acuerdo entre las Provincias de La Pampa y Río Negro, y a la resolución del Departamento Provincial de Aguas N° 328: Línea de Ribera en un tramo del Río Colorado, el Decreto N° 1058 del Poder Ejecutivo, y la resolución del Departamento Provincial de Aguas N° 2540/08 conteniendo el instructivo para Mensuras, normativa mediante la cual se fijan y definen las Líneas de Ribera y Conexas en el tramo Puente Dique Punto Unido hasta el Embalse Casa de Piedra.

En el tramo aguas abajo de la Presa Casa de Piedra, la propuesta establece que la Línea de Ribera esté asociada a un caudal de 343 m³/s.

La Línea de Evacuación de Crecidas (LEC), a los efectos del uso del suelo contiguo, corresponderá a la línea que queda definida por el área de inundación definida por el caudal de 714m³/s. La Línea de inundación (LI) corresponderá a la definida por el alcance de las aguas para un caudal en el tramo de 810 m³/s.



Línea de Ribera y conexas en proximidades de Gobernador Duval (Escala 1:20000)

En este tramo, los caudales que definen las líneas de evacuación de crecida e inundación se deben considerar como provisorios, ya que en la actualidad se está llevando a cabo la actualización de las Normas de Manejo de Aguas de Casa de Piedra (NMA), que podrían originar modificaciones en las leyes de descarga de las compuertas del vertedero.

Las líneas presentadas en los mapas responden al conocimiento actual sobre el régimen de crecidas del Río Colorado y sus condiciones de propagación, adquirido durante la ejecución del estudio realizado a una escala regional.

La delimitación de la línea de ribera a escala local en sectores ribereños de la cuenca puede tener como insumo de base la delimitación presentada y ser ajustada en cada sector fluvial costero en base a la disponibilidad de nueva información topobatimétrica de mayor detalle.

EL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES (PAGRI)

Se elaboraron las bases y lineamientos para un Plan de Gestión del Riesgo de Inundaciones en la Cuenca del Río Colorado, como un conjunto articulado de programas y proyectos que integra un inventario de medidas estructurales y no estructurales cuya meta es prevenir, mitigar o lograr una adaptación frente a las inundaciones en la cuenca.

El objetivo del PAGRI es mitigar el riesgo hídrico al que está sujeta la población, sus bienes, los sistemas económico-productivos, las infraestructuras, el patrimonio natural y cultural, y disminuir la vulnerabilidad socio-económica.

Se espera que pueda ser implementado por COIRCO en conjunto con las diversas jurisdicciones de manera integrada al Programa Único Acordado.

En ese marco, se identificaron las estrategias destinadas a mitigar de manera primaria el riesgo hídrico resultante de las crecidas y los procesos de erosión, transporte y sedimentación; así como otras estrategias secundarias dirigidas a fortalecer las actividades que ya están en marcha, tales como la preservación de la calidad de las aguas, el mantenimiento de la biodiversidad; y otras orientadas a contar con herramientas específicas que apoyen el ordenamiento territorial y la mitigación de la vulnerabilidad.

- Estrategia 1

Mitigación y adaptación frente al riesgo hídrico: Mejorar las capacidades actuales para mitigar las situaciones extremas que se presentan en la cuenca, las cuales se traducen en un aumento de los riesgos y los daños atribuibles a situaciones extremas en un contexto de variabilidad hidrológica, mediante medidas estructurales y no estructurales destinadas a mitigar el riesgo hídrico y la vulnerabilidad física y socio-económica.

- Estrategia 2 - Integración para la gestión:

Promover una integración activa de los instrumentos de gestión existentes en el ámbito de COIRCO, como el Programa Único Acordado, el Programa Integral de la Calidad de Agua, las acciones de

control de la Utilización del Recurso Agua y las actividades de Evaluación de la Actividad Petrolera entre otras, con la Gestión del Riesgo de Inundaciones, apoyando las actividades de los diversos organismos responsables de la gestión hídrica en cada jurisdicción para lograr de manera efectiva una gestión integrada de los recursos de la cuenca.

- Estrategia 3

Implementación de procesos informados de decisión: Promover el desarrollo y fortalecimiento de los sistemas de información mediante un mejoramiento del monitoreo hidrometeorológico, de la calidad de las aguas y del uso y estado del territorio de la cuenca, así como el seguimiento de una serie de indicadores socioeconómicos, instalando al más alto nivel de decisión política el convencimiento de que es vital disponer de información suficiente y confiable para posibilitar una Gestión Integrada de las Inundaciones en condiciones de eficiencia y efectividad.

- Estrategia 4

Ordenamiento del territorio: Apoyar de manera sustentable una gestión del territorio de la cuenca considerando el riesgo hídrico al que está sujeto para diversas condiciones de borde, definiendo la línea de ribera a escala regional para el valle de inundación del río Colorado y proponiendo un procedimiento de base para su adecuación en cada jurisdicción provincial, así como brindar pautas para la zonificación urbana en base a los niveles diferenciales de riesgo del territorio.

- Estrategia 5

Participación, educación y capacitación: Promover la participación de los actores clave de la cuenca en la legitimación e implementación de las medidas estructurales y no estructurales en base a estrategias de educación ambiental formal y no formal en todos los niveles, así como la capacitación de los diversos actores sobre los riesgos de inundaciones a los que están sujetos para un fortalecimiento individual y colectivo de la resiliencia.

El Plan de Gestión de Riesgo de Inundaciones propuesto describe diversas acciones y actividades que se sugiere implementar distinguiéndose Programas generales y Programas específicos, incluyendo programas de monitoreo, manejo de riego, formación de capacidades, planificación y desarrollo de infraestructura.

Como parte del programa PE2 se identificó la Infraestructura prioritaria y se elaboraron los pliegos para la ejecución de trabajos de consultoría, en base a la identificación de problemáticas relevantes en la cuenca, proponiéndose las medidas estructurales destinadas a la mitigación de los problemas más relevantes detectados.

PAGRI - Inventario de medidas estructurales y no estructurales			
Programa del PAGRI		Medida	Nombre de la medida
PG 1	Monitoreo ambiental	A.1	Ampliación de la red de estaciones hidrometeorológicas
		A.2	Monitoreo geológico de la alta cuenca
		A.3	Monitoreo eco hidrológico
		A.4	Sistema de información territorial de la cuenca
PG 2	Contingencias y manejo de riesgos	A.1	Sistema de alerta temprana de inundaciones
		A.2	Planes de contingencias para localidades inundables
		A.3	Plan de acción de emergencia por rotura de presas
PG 3	Formación de capacidades y difusión	A.1	Participación pública
		A.2	Capacitación
		A.3	Educación ambiental-hídrica
		A.4	Atlas de inundaciones
PE 1	Planificación y gestión territorial	A.1	Regulación del uso del suelo en áreas urbanas
		A.2	Downscaling línea de ribera
		A.3	Inventario de infraestructura crítica
PE 2	Infraestructura prioritaria	A.1	Desarenador en Canal Principal - Estudio de Alternativas y Proyecto Licitatorio - Sistema de Riego en 25 de Mayo
		A.2	Obra de Captación y Desarenador - Estudio de Alternativas y Proyecto Licitatorio - Obra de Toma I - Sistema de Riego CORFO
		A.3	Azud de Fondo - Estudio de Alternativas y Proyecto Licitatorio – Obra de Toma ARSA – Localidad de Río Colorado

CARTOGRAFÍA GENERADA

Uno de los productos más importantes del estudio son los mapas generados especialmente para la cuenca del Río Colorado, dado de que se tratan de productos inéditos en cuanto a integralidad, homogeneidad y constitución en su elaboración y cobertura espacial.

Los mapas se utilizaron como base para realizar la caracterización de las distintas componentes conceptuales y temáticas, tanto las principales como las secundarias.

Estos mapas fueron generados con distintas metodologías, en función de cada temática tratada y la información disponible. Una parte de ellos se elaboraron a partir de la recopilación de información secundaria temática de las cinco provincias de la cuenca, incluso de información a nivel regional y en otros casos los mapas fueron generados a partir de la interpretación de imágenes satelitales, visitas de campo y recopilación de información in situ.

Toda la información recopilada se incorporó al Sistema de Información Geográfica (SIG) implementado para el proyecto y se realizaron varios procesos de edición y análisis, tales como compatibilidad de unidades, compatibilidad de límites jurisdiccionales de las unidades, uniformización de criterios de clasificación y determinación de criterios únicos de utilización para la toda la cuenca.

El trabajo exigió la utilización de distintas escalas de representación a los fines de analizar, con uniformidad y homogeneidad para la cuenca, la distribución espacial de las

distintas expresiones del medio natural y socioeconómico, como sustento para la planificación futura del área de estudio.

No obstante, dicha planificación requiere además un entendimiento detallado de los procesos que operan en la región, de manera de sustentar el desarrollo de criterios específicos de manejo de las distintas problemáticas responsables de los impactos más significativos en el medio.

Por ello, reconociendo la necesidad de analizar con mayor detalle la naturaleza y características de algunos aspectos críticos en el área de estudio, en particular en lo concerniente a las Líneas de Ribera y Conexas, dada la extensión de la misma, se desarrollaron “ventanas” de análisis de mayor detalle.

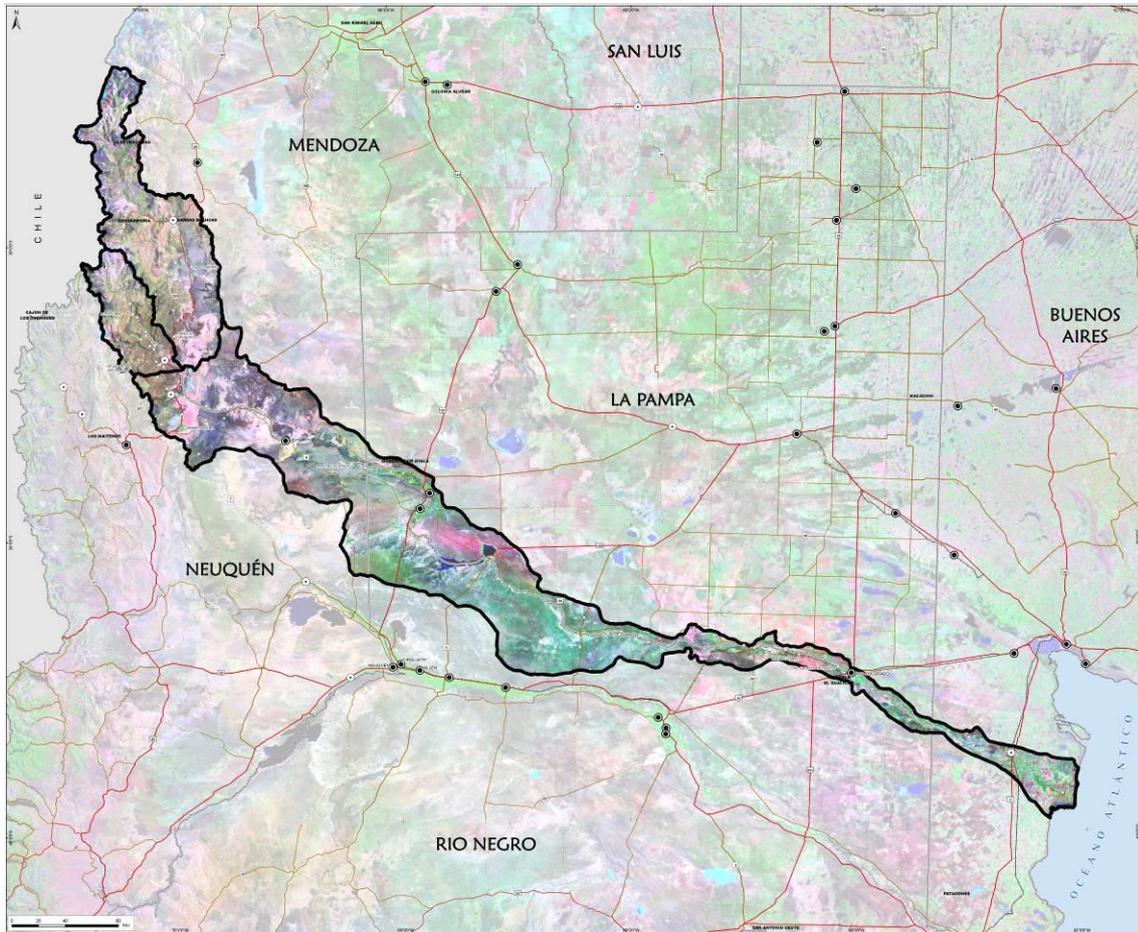
Con este propósito se utilizó la escala 1:100.000 en los mapas regionales (cuencas de los ríos Barrancas, Grande y Colorado), escala 1:50.000 en los mapas de riesgo hídrico y escala 1:20.000 en las ventanas de detalle en zonas singulares.

Se presenta el listado de los mapas finales elaborados en el marco del estudio:

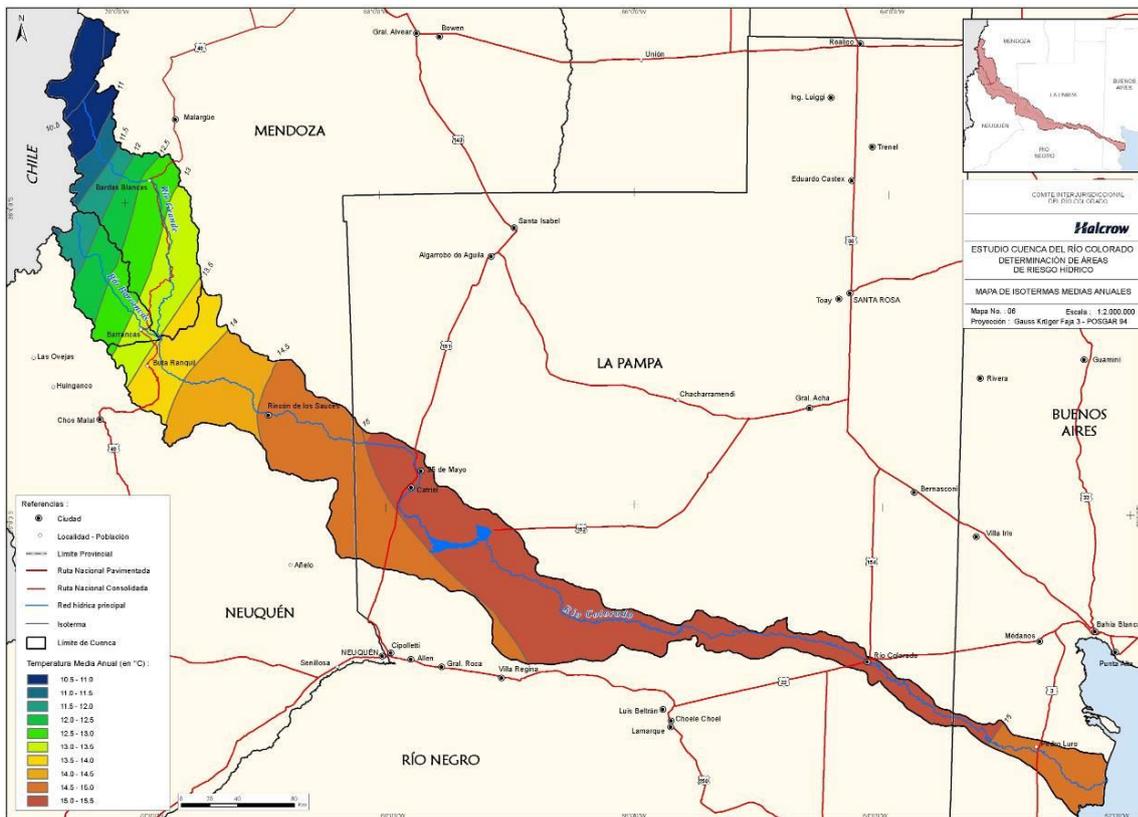
- ❖ Mapas temáticos base, de caracterización de la cuenca del río Colorado
- ❖ Mapas temáticos “derivados” o de “proceso” que integran y conceptualizan las elaboraciones realizadas en el estudio.

LISTADO DE MAPAS DEL ESTUDIO

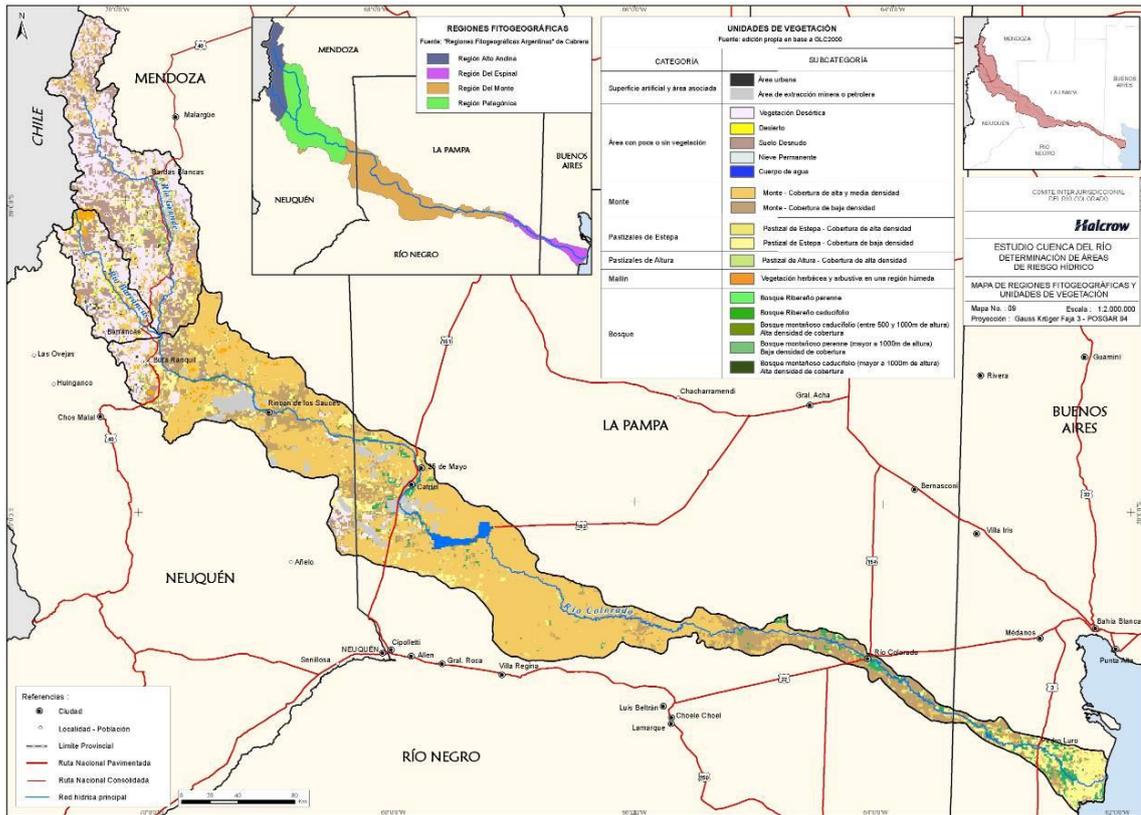
N°	Nombre del Mapa	Escala	Hoja
01	Mapa Base Regional	1:1.200.000	A1
02	Mapa Topográfico Regional	1:1.200.000	A1
03	Mapa de Infraestructura	1:2.000.000	A3
04	Mapa de Estaciones de Registro y Subcuencas de Aporte	1:2.000.000	A3
05	Mapa de Isohietas medias anuales	1:2.000.000	A3
06	Mapa de Isotermas medias anuales	1:2.000.000	A3
07	Mapa de unidades geológicas	1:2.000.000	A3
08	Mapa de Unidades de Suelo	1:2.000.000	A3
09	Mapa de Regiones Fitogeográficas y Unidades de Vegetación	1:2.000.000	A3
10	Mapa de Cobertura de Suelo	1:2.000.000	A3
11	Mapa de Reconocimiento de la Cuenca Alta	1:500.000	A1
12	Mapa de Reconocimiento desde la Confluencia hasta 25 de Mayo	1:500.000	A1
13	Mapa de Reconocimiento de la Cuenca Media del Río Colorado	1:500.000	A1
14	Mapa de Reconocimiento desde Pichi Mahuida hasta Pedro Luro	1:500.000	A1
15	Mapa de Exploración aérea	1:500.000	A1
16	Mapa de Unidades Geomorfológicas	1:100.000	A1
17	Mapa de Localización de sondeos	1:1.500.000	A3
18	Mapa de Producción de Sedimentos por Erosión Superficial	1:2.000.000	A3
19	Mapa de Suceptibilidad a la Remoción en Masa	1:2.000.000	A3
20	Mapa de Zonas Sedimentógenas	1:2.000.000	A3
21	Mapa de Producción de Sedimentos por Unidades de Cobertura del Suelo	1:2.000.000	A3
22	Mapa de volumen erosionado de sedimentos por Unidades Geomorfológicas	1:2.000.000	A3
23	Mapa de producción de sedimentos por Subunidades Funcionales	1:2.000.000	A3
24	Mapa de tasas de erosión por Subunidades Funcionales	1:2.000.000	A3
25	Mapa de Relevamientos Topobatemétricos	1:500.000	A1
26	Mapa de Áreas de Inundación – Recurrencias de 2, 100 y 1000 años	1:100.000	A1
27	Mapa de Áreas de Inundación	1:50.000	A1
28	Mapa de Áreas de Inundación	1:20.000	A1
29	Mapa de Línea de Ribera y Conexas	1:50.000	A1
30	Mapa de Línea de Ribera y Conexas	1:20.000	A1
31	Mapa de Áreas de Inundación por Rotura de Presa Portezuelo del Viento	1:100.000	A1
32	Mapa de Áreas de Inundación por Rotura de Presa Casa de Piedra	1:100.000	A1
33	Mapa de Áreas de Inundación por Rotura de Presa Huelches	1:100.000	A1
34	Mapa de Indicador de Exposición por Departamento	1:2.000.000	A3
35	Mapa de Indicador de Fragilidad por Departamento	1:2.000.000	A3
36	Mapa de Indicador de Resiliencia por Departamento	1:2.000.000	A3
37	Mapa de Índice de Vulnerabilidad por Departamento	1:2.000.000	A3
38	Mapa de Indicador de Exposición por Radio Censal	1:2.000.000	A3
39	Mapa de Indicador de Fragilidad por Radio Censal	1:2.000.000	A3
40	Mapa de Indicador de Resiliencia por Radio Censal	1:2.000.000	A3
41	Mapa de Índice de Vulnerabilidad por Radio Censal	1:2.000.000	A3



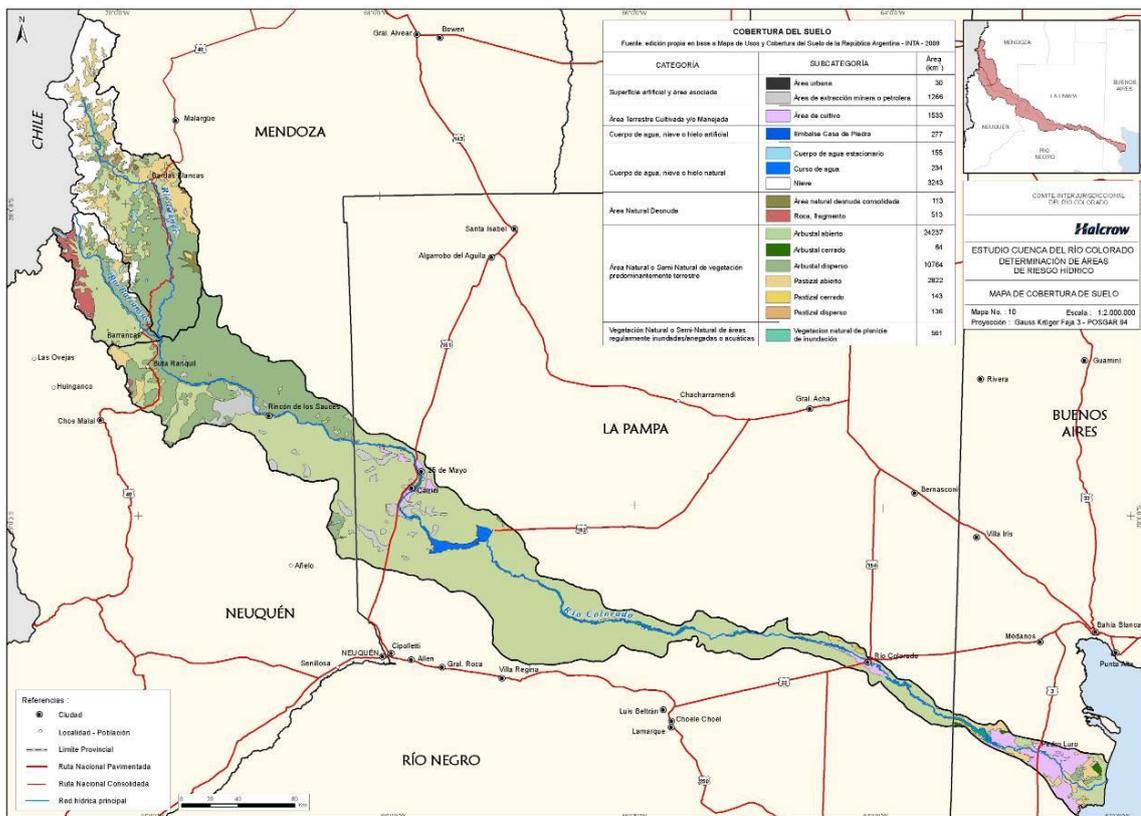
MAPA BASE REGIONAL



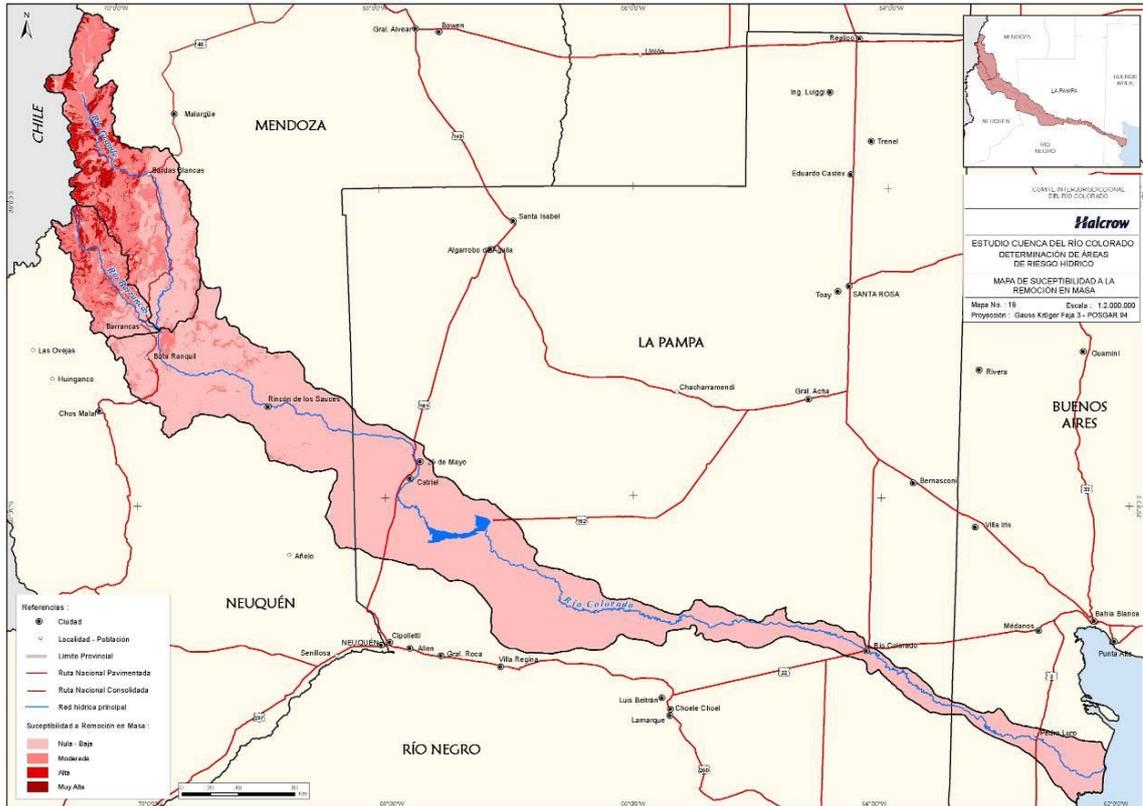
MAPA DE ISOTERMAS MEDIAS ANUALES



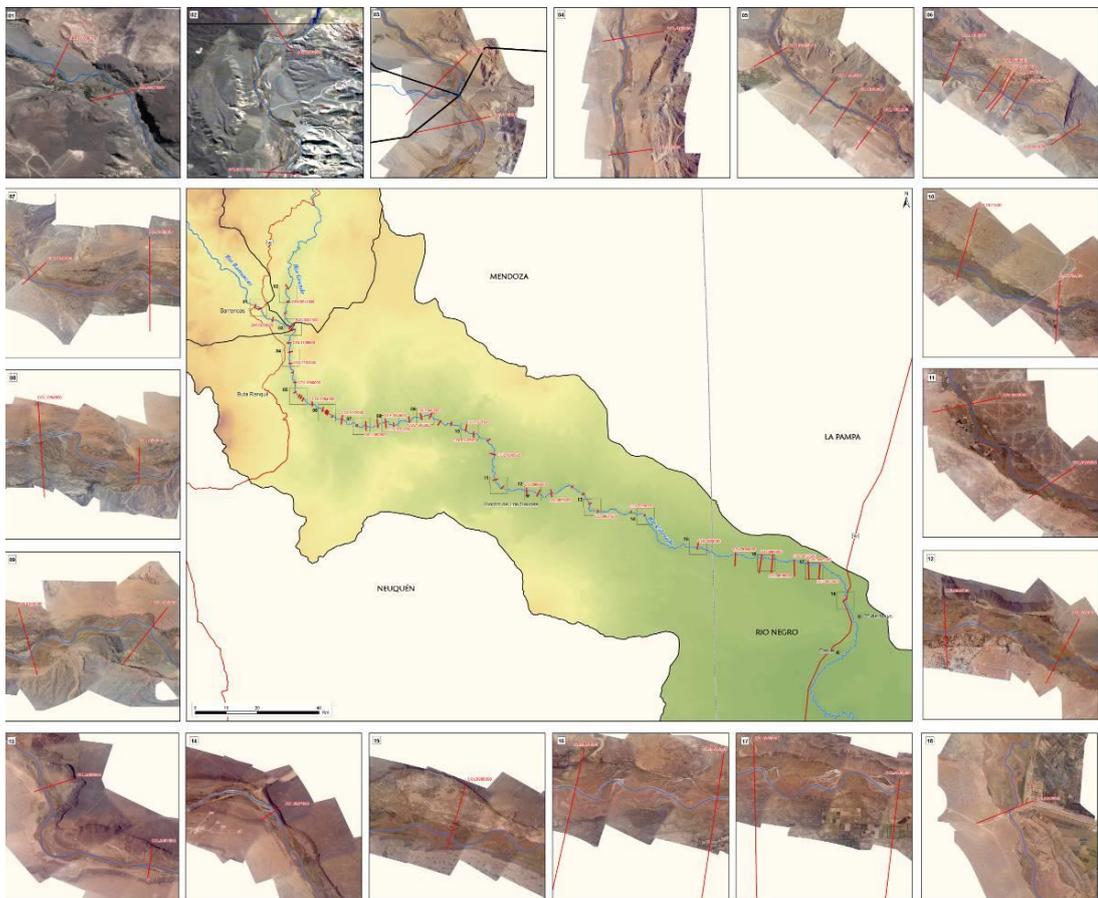
MAPA DE UNIDADES DE VEGETACIÓN



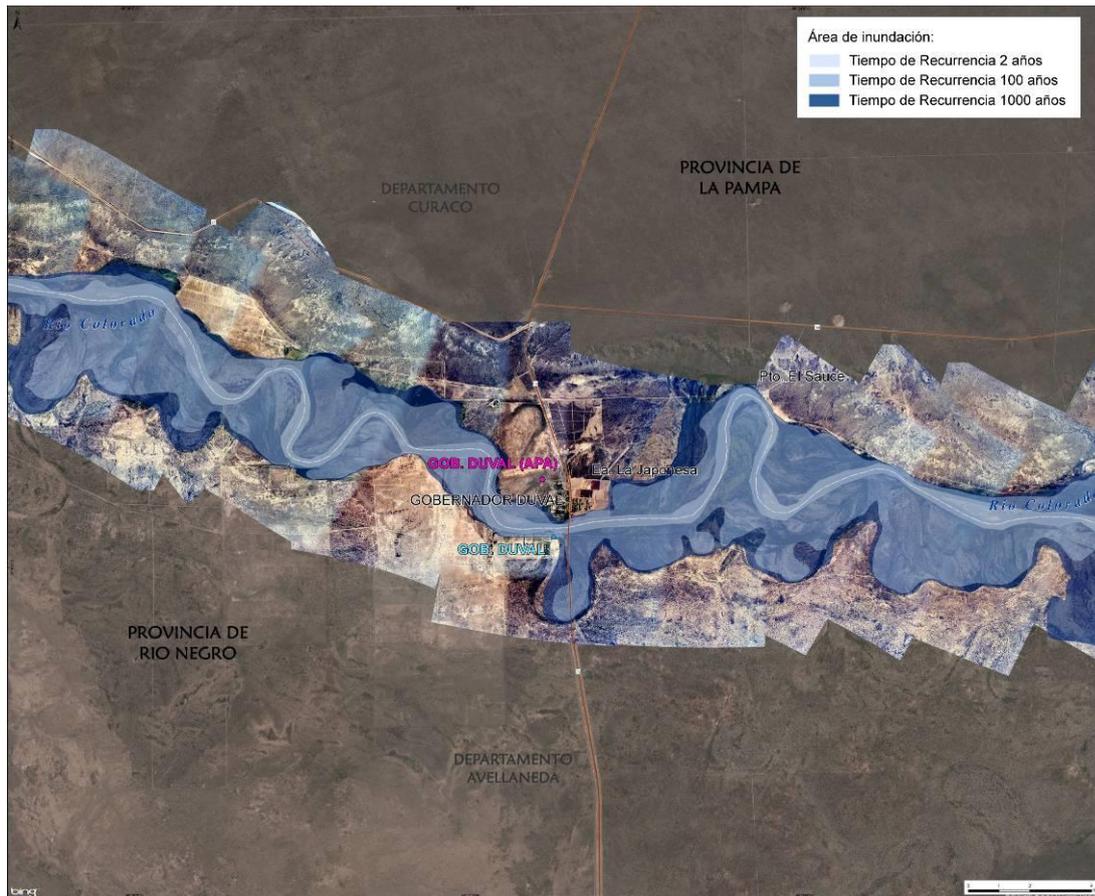
MAPA DE COBERTURA DE SUELO



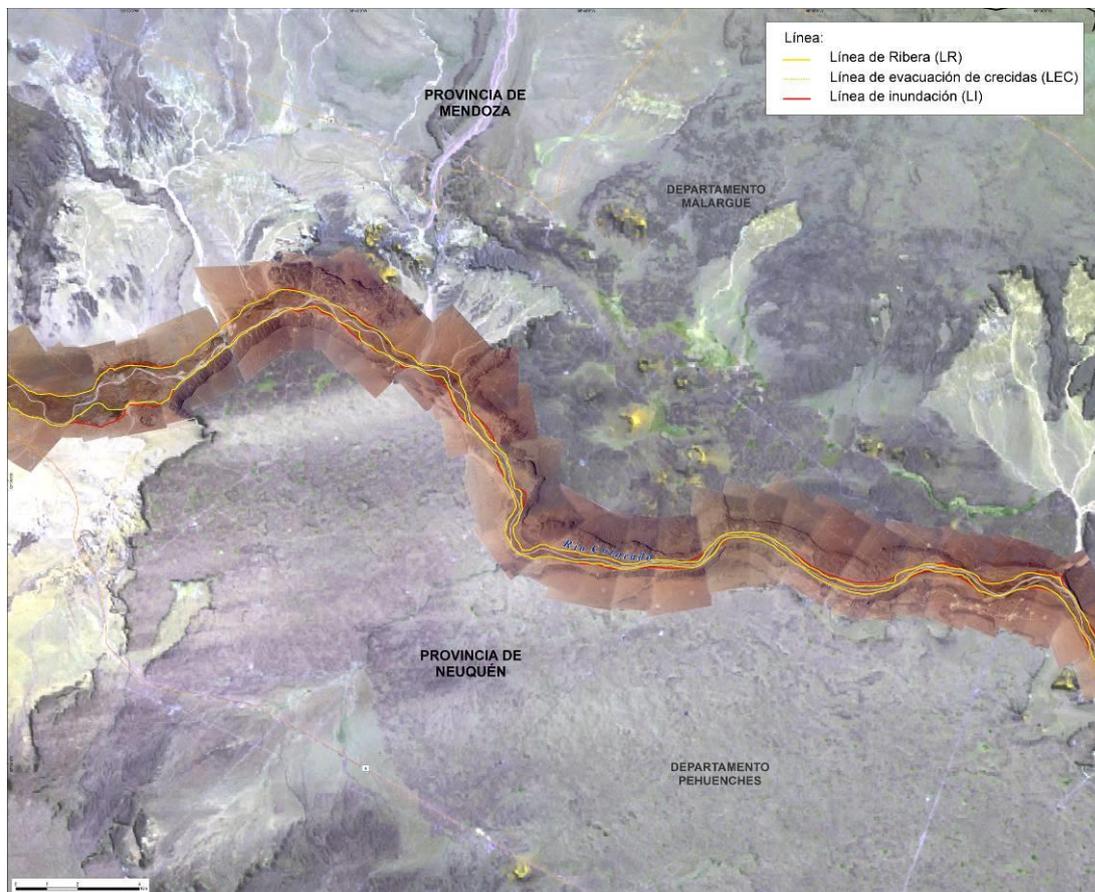
MAPA DE SUCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA



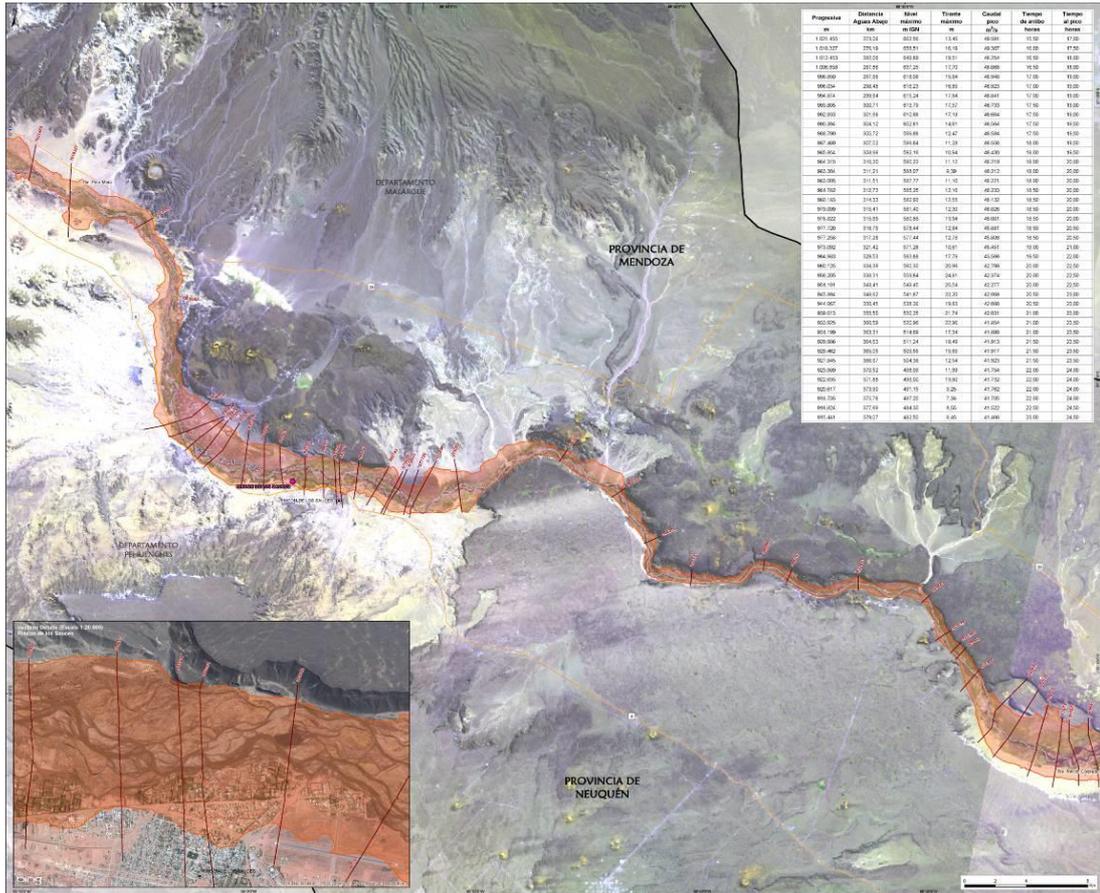
MAPA DE RELEVAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS

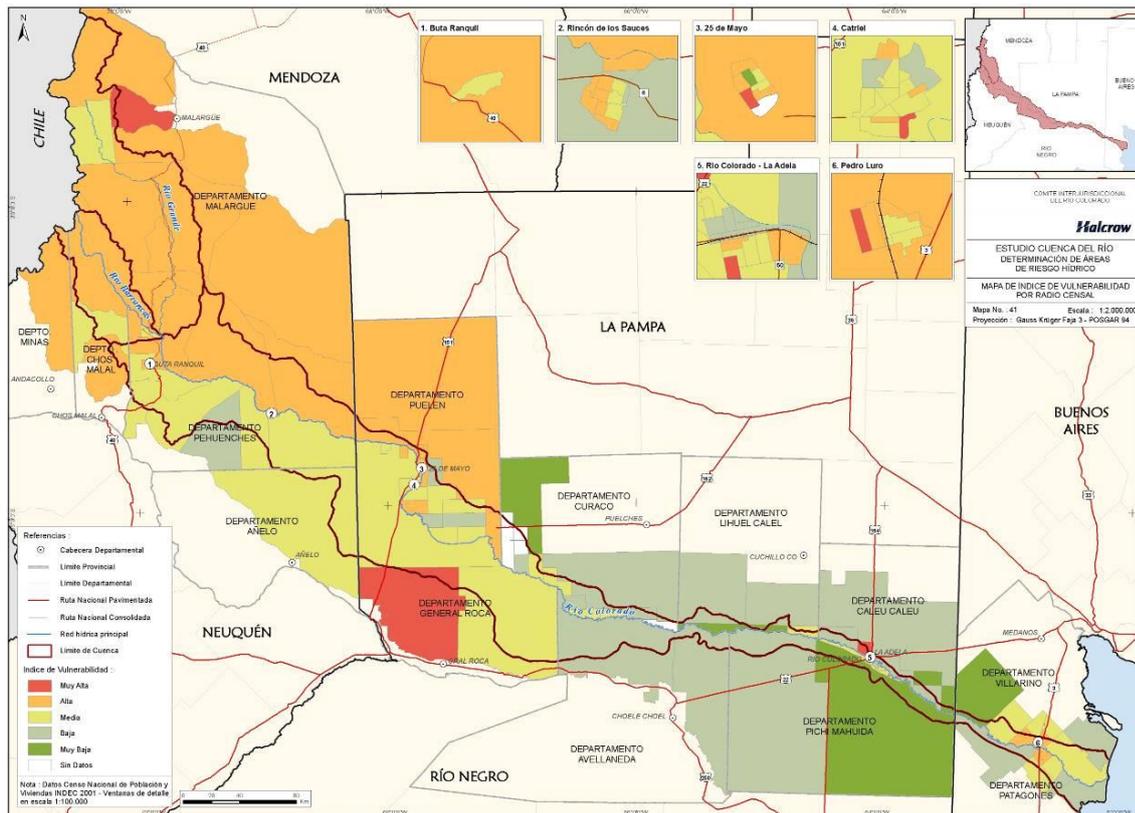


MAPA DE ÁREAS DE INUNDACIÓN PARA CRECIDAS

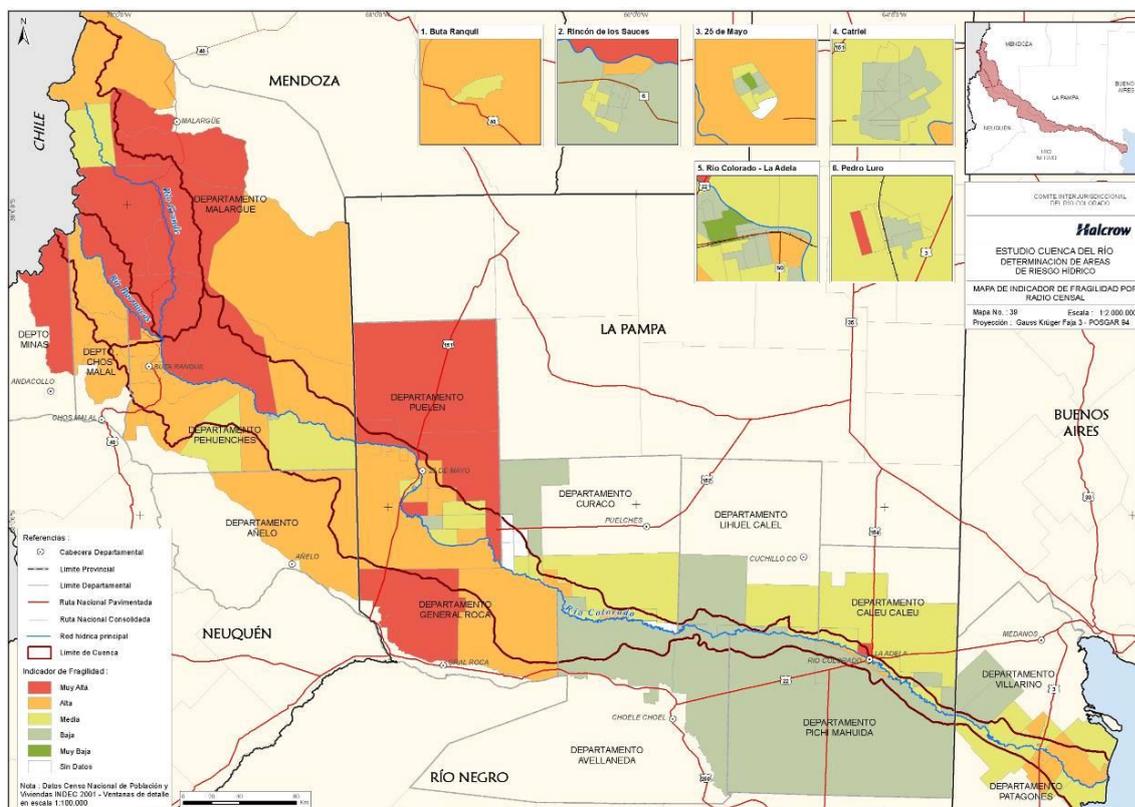


MAPA DE LÍNEAS DE RIBERA Y CONEXAS





MAPA DE VULNERABILIDAD POR RADIO CENSAL



MAPA DE FRAGILIDAD POR RADIO CENSAL

