



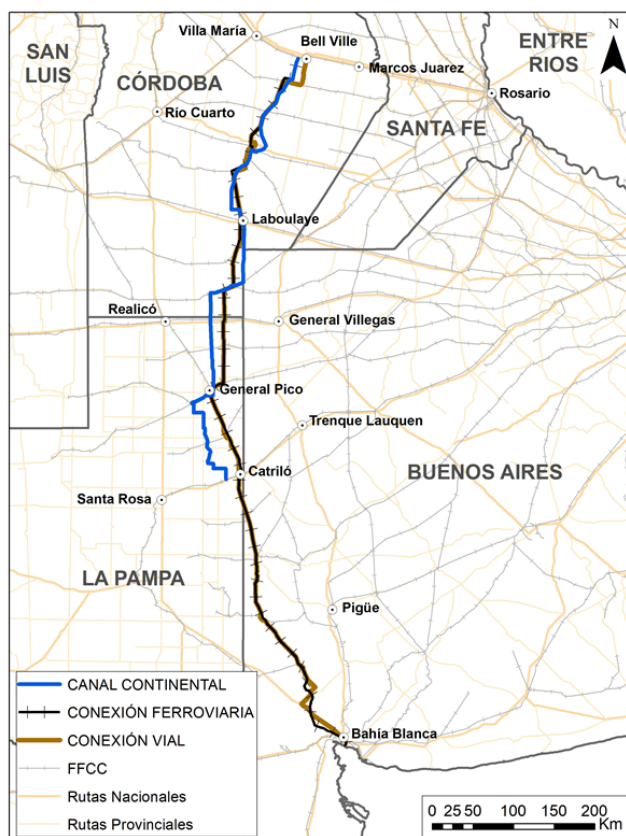
Secretaría de Infraestructura
y Política Hídrica
Ministerio del Interior,
Obras Públicas y Vivienda
Presidencia de la Nación

INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA

REPÚBLICA ARGENTINA

CANAL CONTINENTAL.

UN CORREDOR DE DESARROLLO DE LA ZONA CENTRAL DE LA
ARGENTINA



Julio de 2019

SECRETARIO DE INFRAESTRUTURA Y POLÍTICA HÍDRICA

Ing. Pablo BERECIARTUA

PRESIDENTE DEL INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA

Ing. Pablo SPALLETTI

GERENTE DE PROGRAMAS Y PROYECTOS

Ing. Julio C. DE LÍO

DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Ing. Julio C. DE LÍO

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. Ángel N. MENÉNDEZ

Jefe del Programa de Hidráulica Computacional

EQUIPO DE TRABAJO

Ing. Luciano HERGENREDER

Ing. Martín IRIGOYEN

Ing. Pablo GARCÍA

Ing. Leandro KAZIMIERSKI

CANAL CONTINENTAL – UN CORREDOR DE DESARROLLO DE LA ZONA CENTRAL DE LA ARGENTINA

RESUMEN

Se presenta el proyecto de Canal Continental, como estructurador del desarrollo económico de la zona central de la Argentina. Se efectúa la descripción conceptual desde el punto de vista logístico y de manejo de excedentes hídricos. Se efectúa un análisis económico simplificado en relación a la segunda funcionalidad.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	La visión	3
1.2	Organización del informe	6
2	DISEÑO CONCEPTUAL DEL PROYECTO	7
2.1	Planteo de infraestructura	7
2.2	Criterios de trazado	7
2.3	Infraestructura logística de transporte	9
2.4	Manejo de excedentes hídricos	14
2.4.1	Concepto	14
2.4.2	Protección de poblaciones	15
2.4.3	Cota de fondo del Canal Continental	16
2.4.4	Reservorios	16
2.4.5	Movilización de suelos	21
2.5	Centros logísticos	21
3	BENEFICIO ECONÓMICO POR CONTROL DE INUNDACIONES	24
3.1	Planteo del análisis	24
3.2	Área de influencia de la obra	24
3.2.1	Zonas Centro y Norte	24
3.2.2	Zona Sur	27
3.3	Área inundada	28
3.4	Volumen de agua a drenar	31
3.5	Indicadores económicos	33

1 INTRODUCCIÓN

1.1 La visión

En el Plan Estratégico Territorial (PET) 2018, desarrollado por la Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública del Ministerio del Interior, Obra Pública y Vivienda del Gobierno Nacional¹, se plantean una serie de corredores de conectividad a afianzar sobre toda la extensión de la Argentina (Figura 1.1). Entre ellas interesa destacar dos asociadas a sistemas hídricos, que se denominarán Corredor Litoral, con eje en el río Paraná, y Corredor Patagonia Norte, con eje en los ríos Negro y Colorado (Figura 1.2).

El Corredor Litoral es el más claro eje de desarrollo económico de la Argentina, en torno a la Hidrovía del río Paraná como elemento logístico, a lo largo de la cual se transportan las producciones de exportación, mediatizadas mediante una miríada de puertos localizados sobre sus márgenes, con epicentro en Rosario. Por su parte, el Corredor Patagonia Norte comunica la zona del Comahue con el Océano Atlántico, y es actualmente motivo de análisis para su potenciación mediante mejoras logísticas. En esta oportunidad se plantea agregar un nuevo corredor hídrico-logístico, denominado Corredor Continental, con un eje que une las localidades de Belle Ville y Bahía Blanca (Figura 1.2), destinado a potenciar el desarrollo económico de la región central de la Argentina.

¹ https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_territorial_2018_baja.pdf



Figura 1.1 Conexiones del PET 2018.

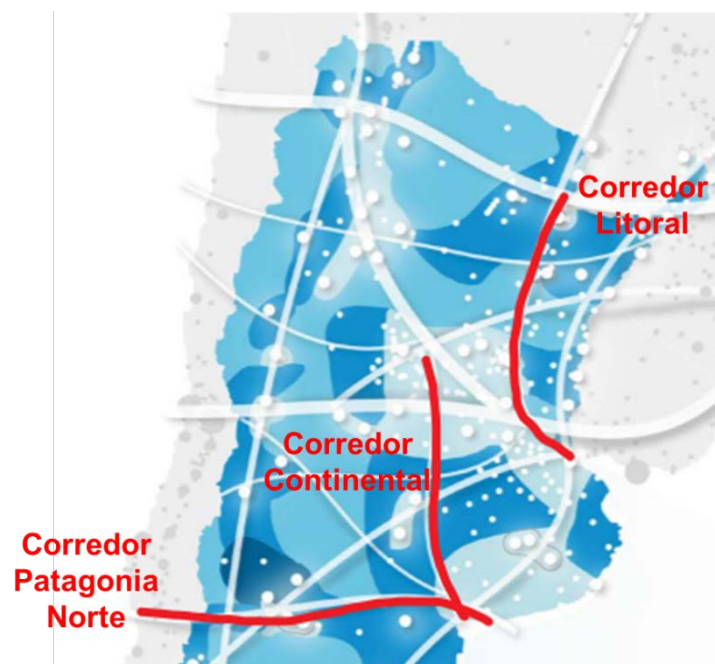


Figura 1.2 Corredores hídrico-logísticos.

En el marco del proyecto de colaboración binacional entre Argentina y Holanda ejecutado durante el año 2018, se desarrolló y estableció la factibilidad técnica del proyecto de Hidrovía Continental (HC), un canal artificial de aproximadamente 600 km de longitud en dirección Norte-Sur a lo largo de la zona central del país, hasta la localidad de Catriló (Prov. de La Pampa), para ser utilizado como transporte de cargas, drenaje de zonas inundadas y eventual proveedor de agua para riego. Este proyecto fue descrito en el Informe “Hidrovía Continental. Una propuesta de desarrollo para la Argentina” (INA, noviembre de 2018), en adelante “Informe HC”. Este canal debería ser visualizado como un eje estructurador del desarrollo regional de esa zona de la Argentina, que plantee un nuevo corredor exportador con salida en el puerto de Bahía Blanca, y con influencia sobre los puertos de Quequén y Mar del Plata. Se trataría de un corredor de tipo multimodal, con una participación fundamental del ferrocarril complementando el transporte desde Catriló a Bahía Blanca, y por supuesto siempre asociado al transporte en camión para los tramos más cortos (Figura 1.3).

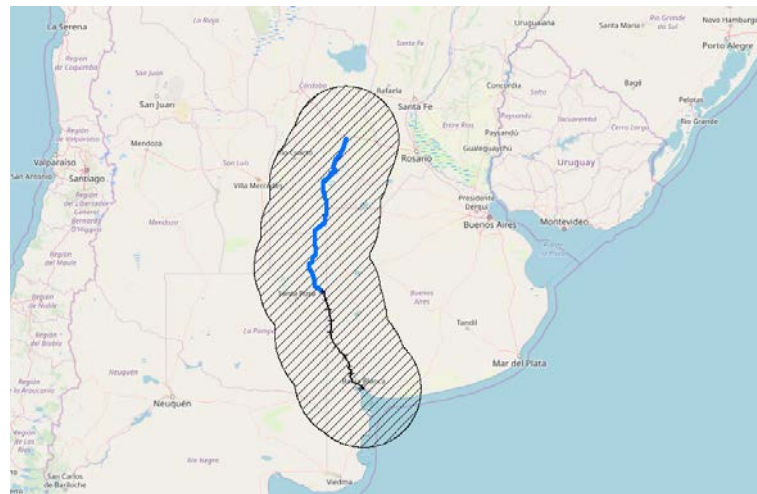


Figura 1.3 Hidrovía Continental (HC).

Ahora bien, la problemática hídrica de esa zona central de la Argentina muestra un comportamiento heterogéneo y discontinuo, agudizado por el Cambio Climático. En particular, se registra un incremento de la frecuencia de eventos meteorológicos que conducen a inundaciones significativas, afectando especialmente a la agricultura, pilar de la generación de riqueza del país. En situaciones extremas se generan trasvases entre las cuencas hídricas de las provincias de Córdoba, Santa Fe, La Pampa y Buenos Aires. En este contexto, el canal podría constituir la columna vertebral de un sistema de manejo del agua de la región semiárida que lo circunda, con el cual se podrían transportar excedentes de una a otra zona, dependiendo de las necesidades de drenaje, complementado con la sistematización de lagunas naturales para convertirlas en reservorios de acumulación o provisión de agua.

En una primera etapa de implementación de estas ideas de desarrollo regional y manejo hídrico, puede dejarse de lado el uso del canal como vía navegable, ya que el manejo logístico puede estructurarse por medio de un ferrocarril esencialmente paralelo a su traza, planteando entonces su utilización como organizador del sistema de manejo de agua para la

zona central de la Argentina. A esta etapa se la denominará como proyecto del Canal Continental (CC).

1.2 Organización del informe

La organización del informe es como sigue:

- En el capítulo 2 se presenta una descripción conceptual del proyecto de CC.
- En el capítulo 3 se efectúa una evaluación expeditiva del potencial beneficio económico por control de inundaciones desde el punto de vista de la actividad agropecuaria.
- En el capítulo 4 se describe el alcance de lo que constituiría la primera componente a implementarse del proyecto.

2 DISEÑO CONCEPTUAL DEL PROYECTO

2.1 Planteo de infraestructura

El Corredor Continental, de tipo hídrico-logístico, comprende una traza ferroviaria, una vial y una hídrica (el CC). El proyecto CC plantea:

- Un eje logístico norte-sur entre Bell Ville (Ruta Nacional 9, Prov. de Córdoba) y Bahía Blanca (Prov. de Buenos Aires), basado en una conexión ferroviaria y complementado con una conexión vial.
- Un canal para manejo de excedentes hídricos y futuro uso para la navegación entre Bell Ville (Ruta Nacional 9, Prov. de Córdoba) y Catrileo (Prov. de La Pampa), ya que más hacia el sur aparecen las sierras pampeanas orientales y el sistema de Ventania que obstaculizan su desarrollo.
- La instalación de centros logísticos a lo largo del corredor para el manejo de la carga.

En la Figura 2.1 se muestran las trazas ferroviaria, vial e hídrica, generadas en base a los criterios que se exponen en la sección siguiente. Luego se explican sus características. El diseño conceptual se completa con el planteo de potenciales centros logísticos.

2.2 Criterios de trazado

Los criterios para el trazado de la infraestructura ferroviaria, vial e hídrica fueron, en orden de prioridad, los siguientes:

- I. Asegurar la horizontalidad del CC, de modo que se generen naturalmente transferencias de excedentes hídricos entre el norte y el sur. Además, si en un futuro se transforma en un canal navegable, esto implica la ausencia de esclusados, evitando el consumo de agua (escasa en condiciones normales). Siguiendo lo planteado en el Informe HC, se seleccionó el nivel 135 mIGN como cota de fondo del canal, la cual se respetó dentro de un margen de ± 2.5 m, de acuerdo al Modelo Digital de Elevación (MDE) TANDEM-X², de 90 m de tamaño de celda, cuyas alturas elipsoidales fueron convertidas a geoidales empleando el Geoide-AR del IGN.
- II. Evitar expropiaciones en centros poblados, que implican significativas perturbaciones sociales y altos costos económicos.

² https://www.dlr.de/dlr/en/desktopdefault.aspx/tabid-10378/566_read-426/#/gallery/345

- III. Utilizar las infraestructuras ferroviaria y vial existentes. En el último caso, priorizando rutas nacionales, seguido de rutas provinciales y luego caminos. Si bien ensamblar distintos tramos de vías de comunicación implica efectuar adaptaciones debido a las diferentes tipologías, en cualquier caso esto implica una reducción de costos, en particular de expropiación.
- IV. Apuntar a la utilización del CC como canal de guarda de la infraestructura ferroviaria y/o vial y de los centros poblados, colectando y dirigiendo los excedentes hídricos. Esto significa tratar de ubicar la traza del canal hacia el oeste de esa infraestructura, teniendo en cuenta la pendiente topográfica regional se desarrolla con sentido hacia el este (Figura 2.2).
- V. Implementar en el CC radios de curvatura admisibles para su futura adaptación como vía navegable. Se estableció como radio de curvatura un valor de 750 m, igual a 6 veces la eslora de la embarcación de diseño³ (ver más abajo).

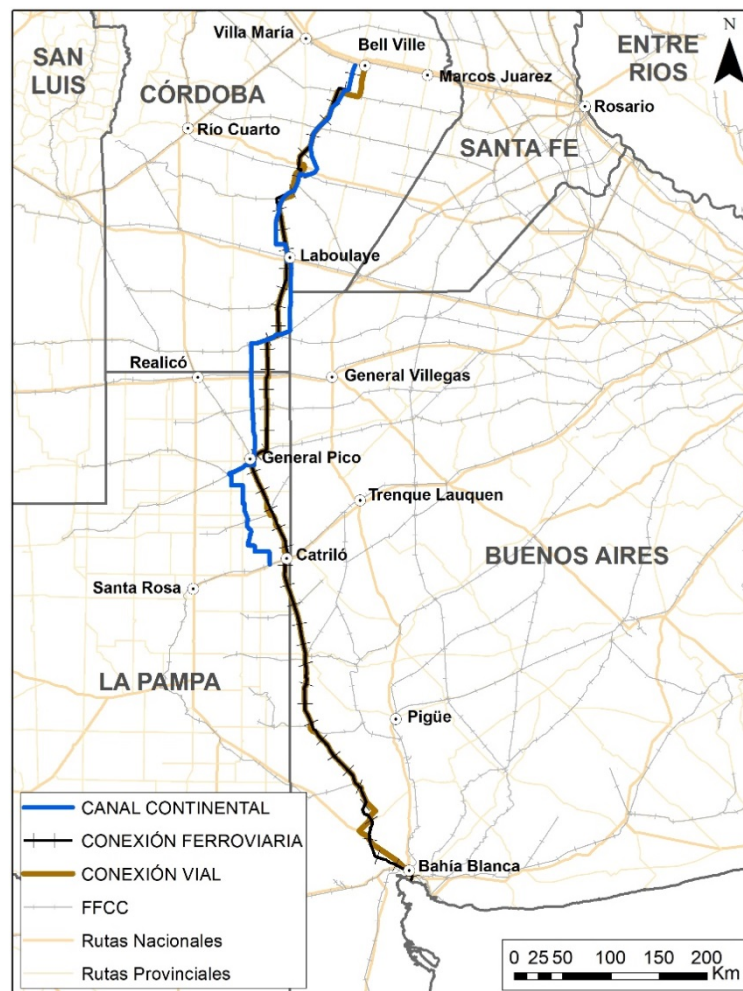


Figura 2.1 Trazas ferroviaria, vial e hídrica del proyecto CC.

³ Waterway guidelines (2011). Rijkswaterstaat, Centre for Transport and Navigation, Ed.Dr.ir. J.U. Brolsma y ir. K. Roelse, para Directorate-General for Public Works and Water Management, Rijkswaterstaat

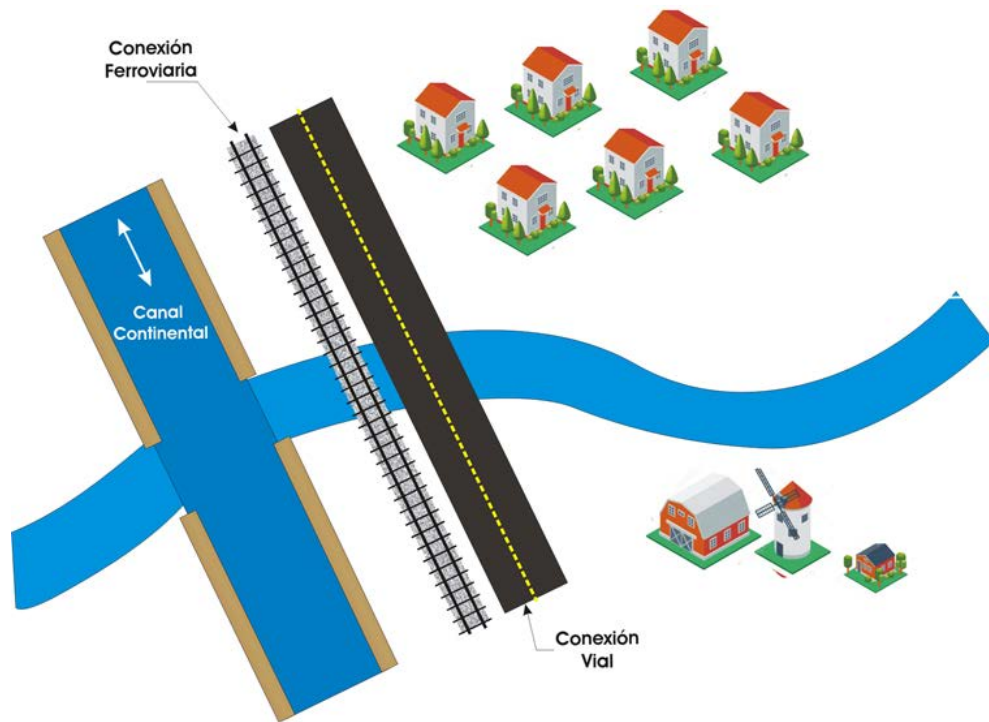


Figura 2.2 Canal de guarda ubicado al oeste de infraestructura ferroviaria, vial y centros poblados, para colectar y dirigir los excedentes hídricos.

2.3 Infraestructura logística de transporte

La Figura 2.3 muestra la traza ferroviaria. Allí se identifican los tramos a construir y los existentes que pueden ser adaptados al proyecto. Por su parte, la Tabla 2.1 presenta las características de cada tramo, ordenados de norte a sur. Para los tramos existentes se indica a qué ramal pertenecen y el tipo de trocha con el que cuentan. Se observa que la traza tiene una longitud de 791 km, de los cuales el 69% corresponde a tramos existentes.

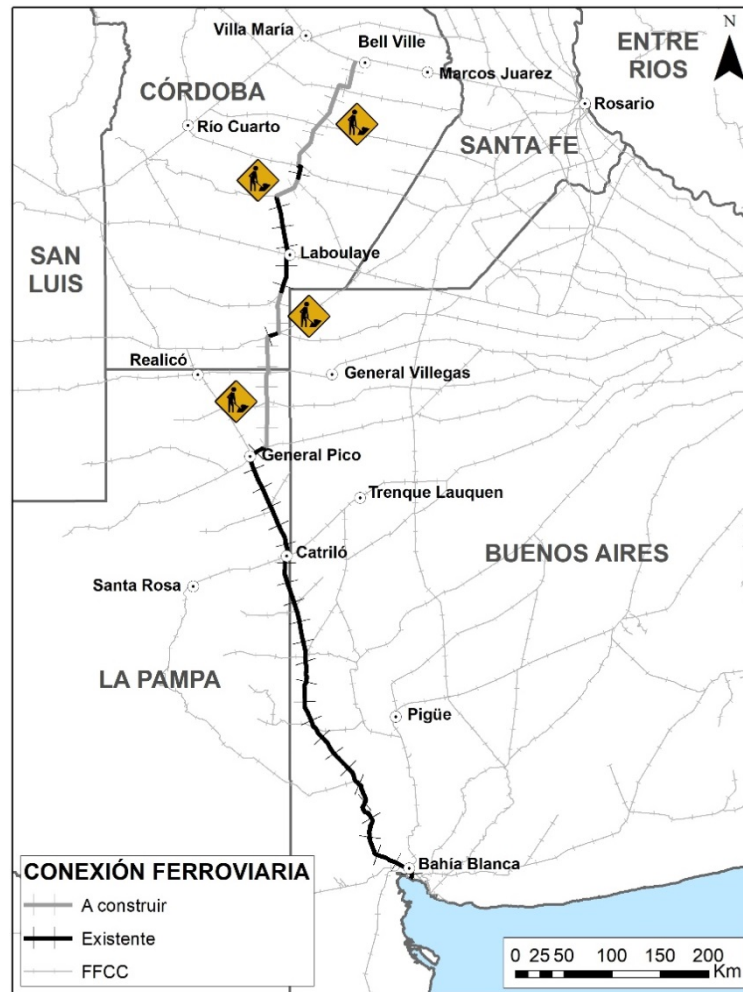


Figura 2.3 Traza de ferrocarril del proyecto CC.

Tabla 2.1 Características de la traza ferroviaria.

ID	Existente	Ramal	Tipo de trocha	Longitud [km]
1	NO	CC		112.6
2	SI	General San Martín	Ancha	88.7
3	NO	CC		2.1
4	SI	General San Martín	Ancha	33.2
5	NO	CC		34.8
6	SI	General San Martín	Ancha	8.6
7	NO	CC		95.3
8	SI	Domingo Faustino Sarmiento	Ancha	416.4
TOTAL				791.6

En la Figura 2.4 se muestra la traza vial, donde se identifica el único tramo a construir. La Tabla 2.2 presenta las características de cada tramo componente de la traza vial, ordenados de norte a sur. Para los tramos existentes se indica la tipología de camino con la que cuentan, su superficie y a qué ramal pertenecen. Se observa que la traza tiene una longitud de 805 km, de los cuales el 92% corresponde a tramos existentes.

La caracterización de los tramos existentes de las trazas ferroviaria y vial se efectuó en base a la Información Geoespacial puesta a disposición por el Instituto Geográfico Nacional⁴.

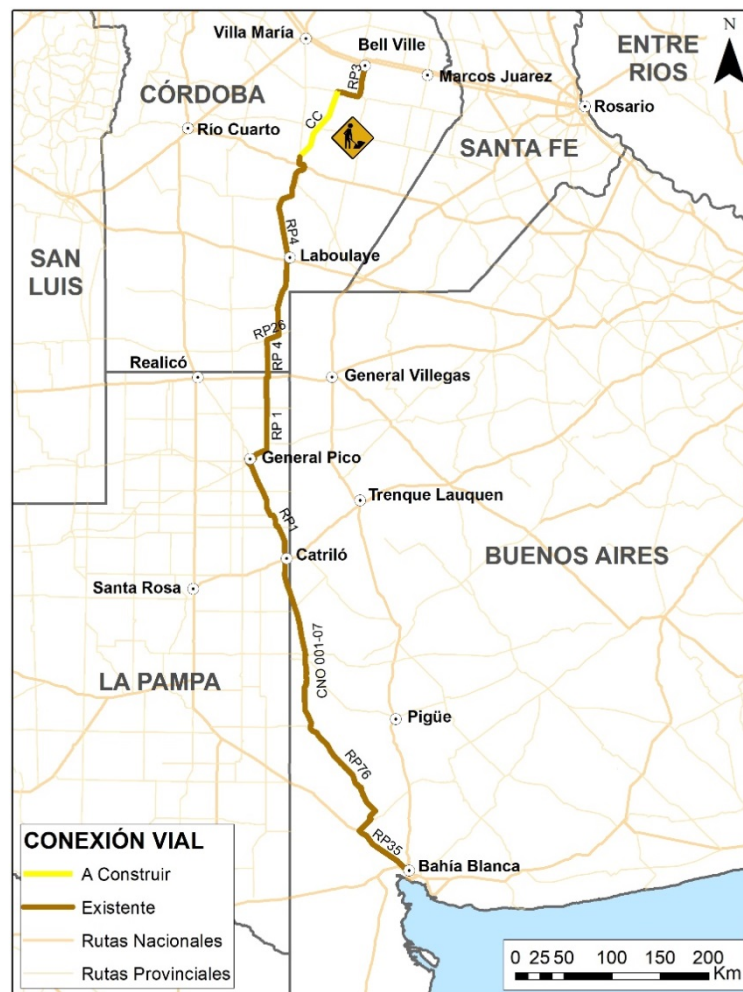


Figura 2.4 Traza vial del proyecto CC.

⁴ <http://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>

Tabla 2.2 Características de la traza vial.

ID	Existente	Ramal	Tipo de camino	Superficie	Longitud [km]
1	SI	RP3 (Córdoba)	Dos carriles	Pavimentado	30.0
2	SI	RP6 (Córdoba)	Dos carriles	Pavimentado	18.0
3	NO	CC			67.2
4	SI	RP4 (Córdoba)	Dos carriles	Pavimentado	171.2
5	SI	RP26 (Córdoba)	Dos carriles	Pavimentado	10.0
6	SI	RP 4 (Córdoba)	Dos carriles	Pavimentado	32.3
7	SI	RN 188	Dos carriles	Pavimentado	1.3
8	SI	RP 1 (La Pampa)	Dos carriles	Pavimentado/Consolidado	81.8
9	SI	RP1 (La Pampa)	Dos carriles	Pavimentado/Tierra	120.0
10	SI	CNO 001-07	Dos carriles	Tierra	114.9
11	SI	RP76 (Buenos Aires)	Dos carriles	Pavimentado/Consolidado	97.5
12	SI	ACCESO CHASICO	Dos carriles	Pavimentado	13.6
13	SI	RP35 (Buenos Aires)	Dos carriles	Pavimentado	47.7
TOTAL					805.60

La Figura 2.5 muestra la traza del CC, cuyo extremo sur se fijó en la Ruta Provincial N°4, en las cercanías de la localidad pampeana de Catrilo. Se observa que el canal se desarrolla en los territorios de las provincias de Córdoba y La Pampa. Su longitud es de 663 km. En la Figura 2.6 se presenta el perfil altimétrico de la superficie del terreno en coincidencia con la traza del CC. Se observa que efectivamente las cotas varían esencialmente alrededor de $135 \pm 2,5$ mIGN en todo el tramo, excepto alrededor de la progresiva km 500, en donde se efectuó un desplazamiento hacia cotas inferiores para lograr el gálibo requerido para el puente-canal que deberá atravesar el río Cuarto.



Figura 2.5 Trazo del Canal Continental.

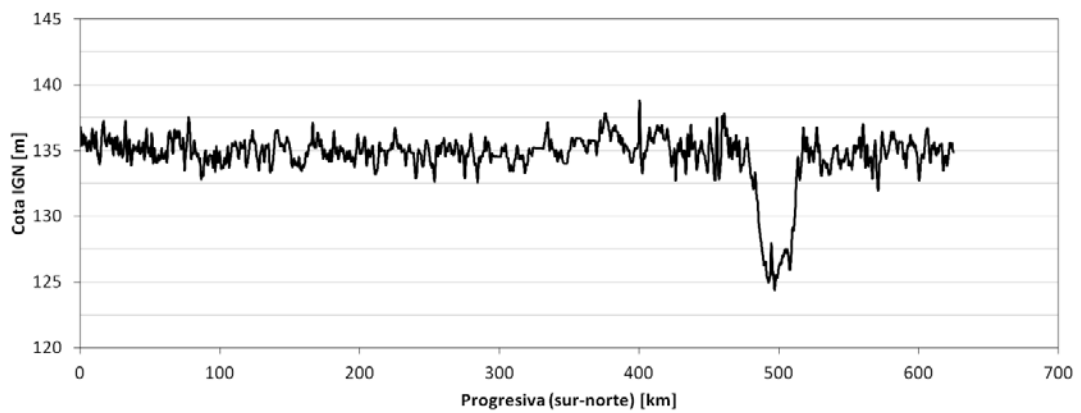


Figura 2.6 Perfil altimétrico del Canal Continental.

Con el objetivo de facilitar la adaptación del CC a un futuro uso como vía navegable, la sección transversal del mismo fue establecida según las dimensiones propuestas para la Hidrovía Continental, presentadas en el Informe HC (Figura 2.7). Allí se consideró como convoy de diseño al conjunto integrado por dos barcazas DAMEN 5308 y un empujador DAMEN 1807, resultando un ancho a altura de quilla de 16.40 m y una eslora de 125 m.

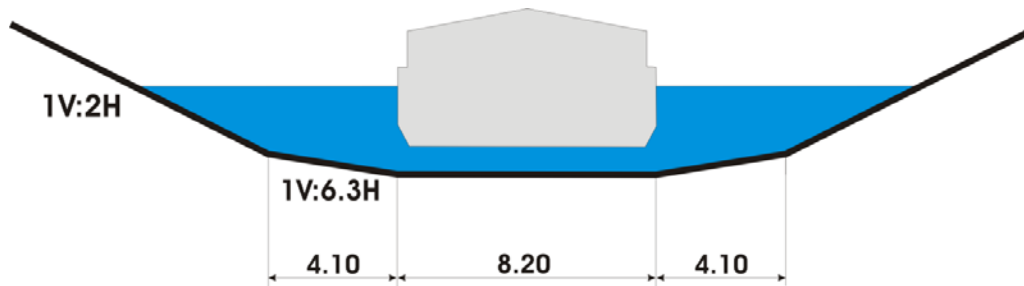


Figura 2.7 Sección transversal del Canal Continental.

2.4 Manejo de excedentes hídricos

2.4.1 Concepto

El manejo de excedentes hídricos propuesto consiste en establecer una distribución endorreica de los excedentes de la zona central de la Argentina. Esto se logra utilizando el CC como un eje redistribuidor de los volúmenes colectados hacia reservorios ubicados en su entorno y conectados al CC mediante canales (Figura 2.8).

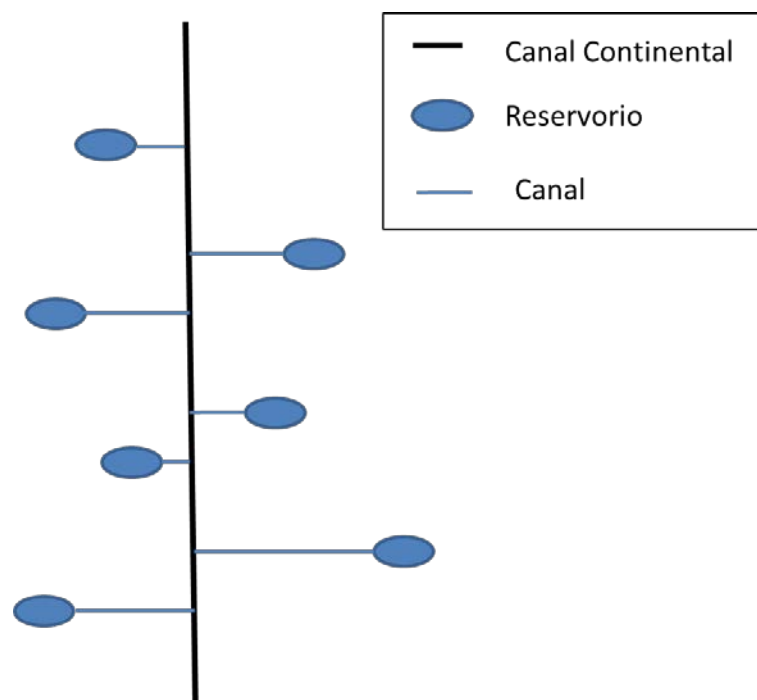


Figura 2.8 Esquema conceptual del sistema de manejo hídrico del proyecto CC.

2.4.2 Protección de poblaciones

Tal como ya se expresó más arriba, dado que la pendiente topográfica regional es en sentido hacia el este, el CC actúa como un canal de guarda colectando naturalmente los excedentes hídricos que escurren desde el oeste. En particular, su traza fue ajustada para poder mitigar los anegamientos de una serie de centros urbanos que quedaron al este (Figura 2.9):

- Pacheco de Melo (Córdoba)
- Laboulaye (Córdoba)
- Bouchardo (Córdoba)
- Onagoity (Córdoba)
- Coronel Charlone (Buenos Aires)
- Metileo (La Pampa)

Adicionalmente, dado que la traza del canal se alinea con el límite noroeste de la Provincia de Buenos Aires, el CC también opera regulando los excedentes derivados hacia ella desde la Provincia de Córdoba.



Figura 2.9 Centros poblados protegidos por el CC.

2.4.3 Cota de fondo del Canal Continental

La profundidad establecida en el Informe HC para emplear el canal como vía navegable es de alrededor de 4 m, que llega hasta el orden de los 6 m si se implementa la revancha para disponer de volumen de regulación. Para implementar esa obra sería necesario no sólo efectuar excavaciones, sino también construir terraplenes perimetrales, algunos de gran altura.

Ahora bien, para operar como canal de guarda no se prevé la construcción de esos terraplenes, con lo cual, al fijarle la cota de fondo, la altura máxima del fondo del canal al terreno será variable a lo largo de su traza. Se fijó como objetivo garantizar una altura mínima de 1 m.

La Figura 2.10 presenta la curva de frecuencia de las cotas del terreno a lo largo de la traza establecida para el CC. Se observa que el valor de 132.5 mIGN es superado en el 97,5% de la traza. A partir de esto se adoptó una cota de fondo de canal de 131.5 m IGN, que garantiza la profundidad mínima a lo largo de prácticamente la totalidad de la traza.

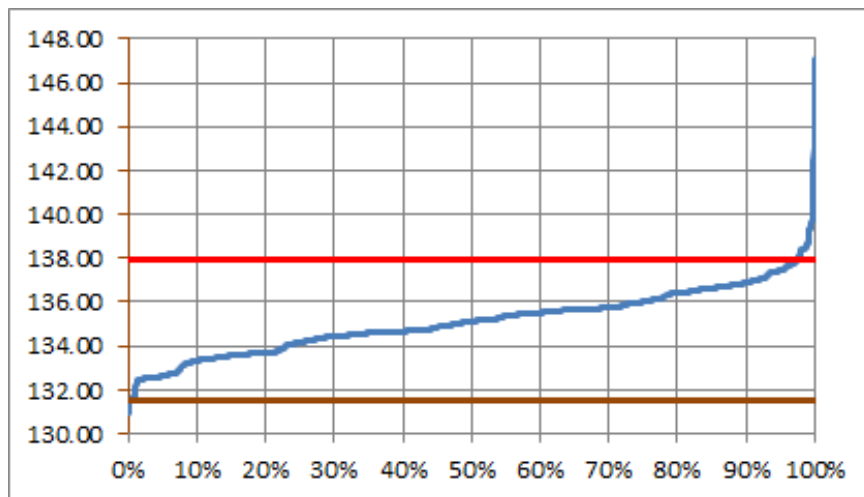


Figura 2.10 Curva de frecuencia de cotas del terreno a lo largo de la traza del CC.

2.4.4 Reservorios

A partir del MDE del terreno se identificaron bajos de significación en torno al CC que podrían operar como reservorios vinculados al CC. En total se individualizaron 25 posibles reservorios, agrupados en tres zonas: 6 en la zona Norte, 16 en la zona Centro y 3 en la zona sur (Figura 2.11). Además, el propio CC operaría como reservorio.

La Figura 2.12 muestra el detalle de la ubicación de los reservorios de la zona Norte, numerados del 1 al 6. Estos se encuentran entre las ciudades de Laboulaye y La Carlota, Provincia de Córdoba. A través de ellos pasa el Canal Devoto, que trae excedentes desde la zona sur a la cuenca del río Cuarto, y que luego continúa para aportar al Río Saladillo, con destino final hacia el río Paraná a través del río Carcarañá.

En la Figura 2.13 se presentan los reservorios de la zona Centro, numerados del 7 al 22. Se ubican en el límite entre las provincias de Córdoba y Buenos Aires. Reciben aportes del río Quinto, constituyendo la zona natural de cierre de su cuenca endorreica.

La Figura 2.14 muestra los reservorios de la zona sur, numerados del 23 al 25. Están ubicados en la Provincia de La Pampa, en las cercanías de la localidad de Quemú-Quemú, dentro del denominado “bajo del Bárbulo”. Estos reservorios componen una de las obras propuestas en el proyecto de drenaje conocido como “Los Daneses”.

Se trazaron canales de vinculación de los reservorios entre sí y con el CC, tal como se indica en las mismas figuras. La disposición de dichas obras se definió en correspondencia con drenajes existentes u obedeciendo a un criterio de minimizar la distancia entre de conexión. Además, se planteó un ensanchamiento al doble del Canal Devoto (ver Figura 2.12).



Figura 2.11 Reservorios vinculados al Canal Continental.

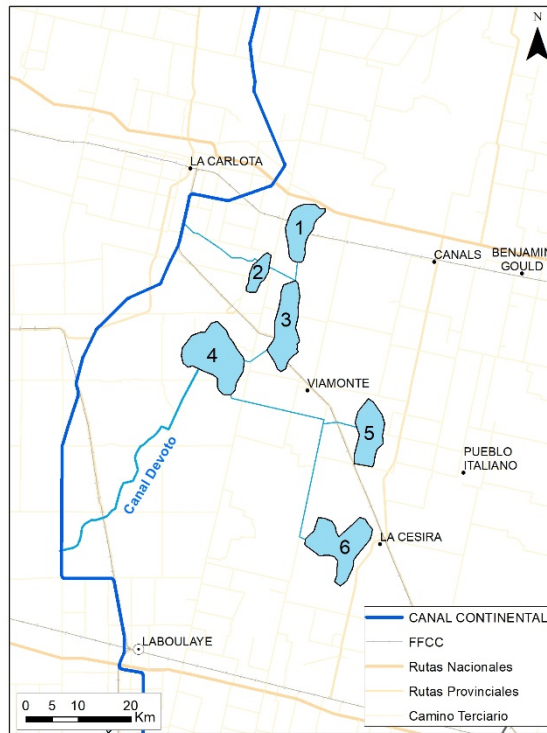


Figura 2.12 Reservorios zona Norte.

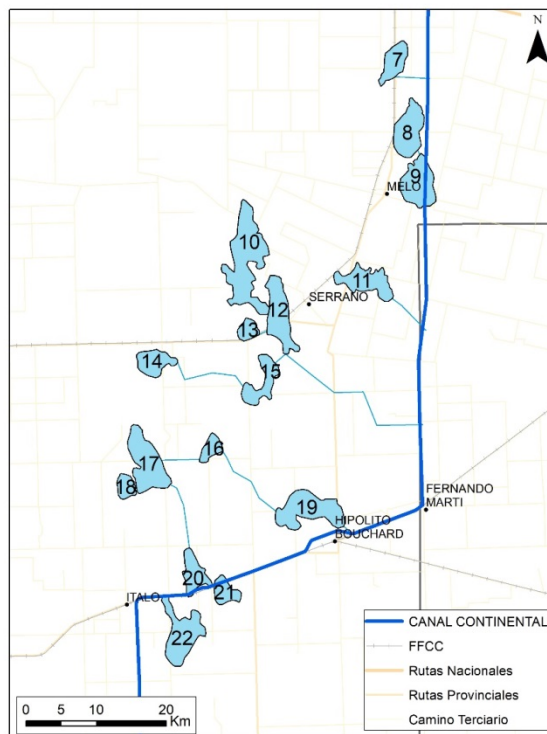


Figura 2.13 Reservorios de zona Centro

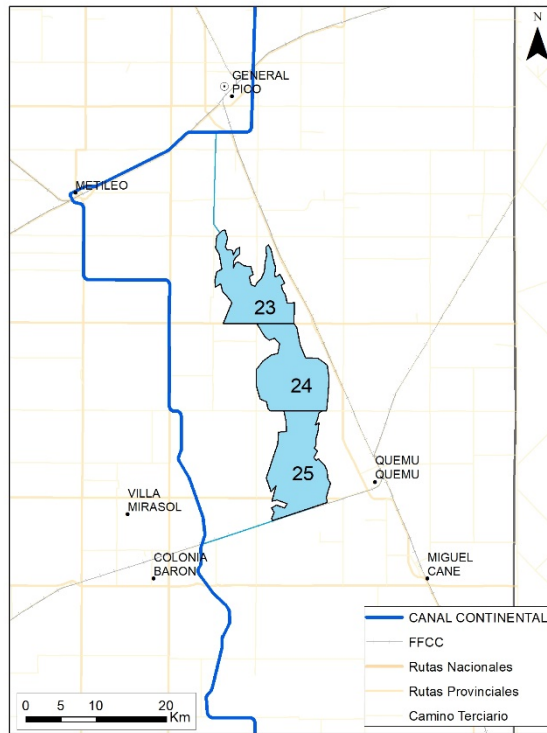


Figura 2.14 Reservorios de zona Sur.

Con el objetivo de caracterizar la capacidad de los reservorios, se construyeron curvas cota-área superficial y cota-volumen para cada uno de ellos a partir del MDE del terreno. A título ilustrativo, la Figura N° 13 presenta las correspondientes al reservorio 4.

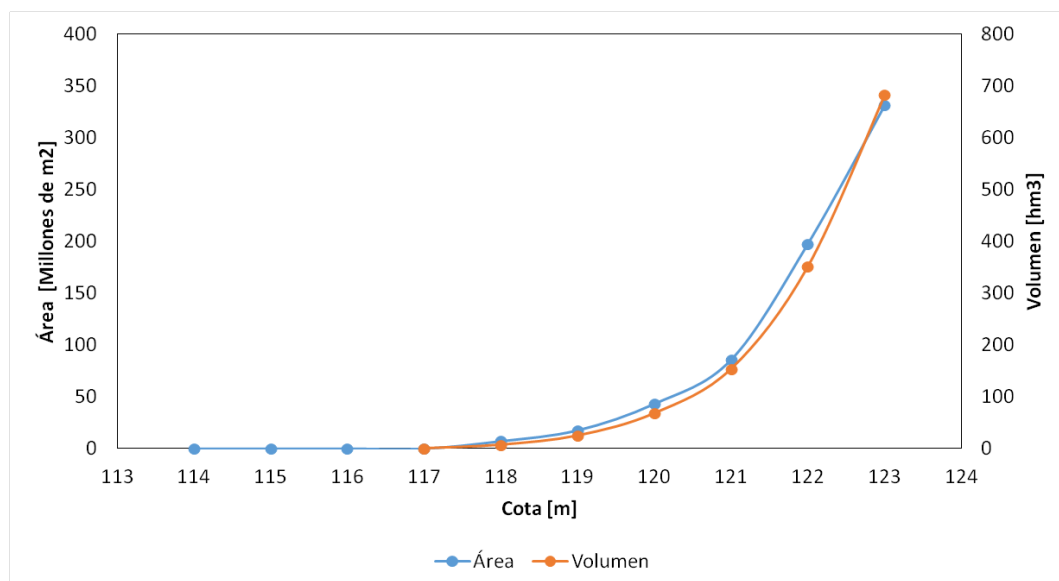


Figura 2.15 Relaciones cota-área y cota-volumen correspondientes al reservorio 4.

Paralelamente se obtuvieron series temporales de superficie ocupada por el agua en cada reservorio durante el período 1986-2018, a través del análisis de imágenes satelitales Landsat 5, 7 y 8, utilizando la plataforma *Google Earth Engine*. Para efectuar este procedimiento se definieron zonas de alcance superficial máximo de cada reservorio en función de la topografía del terreno. Dentro de cada zona se determinó el área anegada distinguible, considerando como zona anegada a aquellos píxeles que presentan un NDWI (Índice Diferencial de Agua Normalizado) positivo. A partir de estas series se calculó el área máxima histórica anegada para cada reservorio. Y luego, empleando las relaciones cota-área y cota-volumen, se estableció para cada reservorio el volumen de agua asociado a esa área máxima, que constituye lo que se denominará 'capacidad topográfica'. Estos resultados se presentan en la Tabla 2.3. La misma tabla muestra la capacidad de almacenamiento del CC.

Tabla 2.3 Capacidades de los reservorios

Reservorio	Capacidad topográfica		Volumen con terraplén	
	Área [ha]	Volumen [hm ³]	1 m [hm ³]	2 m [hm ³]
1	3 138	52	83	115
2	1 262	25	38	51
3	4 206	86	128	170
4	6 273	101	163	226
5	2 117	24	45	67
6	4 924	64	113	162
7	440	5	10	14
8	1 234	25	38	50
9	1 234	21	33	46
10	2 684	61	88	114
11	975	15	25	35
12	1 222	19	31	43
13	322	4	8	11
14	353	4	7	11
15	675	10	16	23
16	1 077	13	24	35
17	749	37	45	52
18	366	5	8	12
19	1 465	75	90	105
20	547	8	14	19
21	1 584	31	47	63
22	464	5	10	14
23	2 777	57	85	113
24	5 356	154	208	261
25	5 632	112	168	225
CC		73	73	73
TOTAL		1 088	1 598	2 109

En adición a la capacidad topográfica, se calcularon los incrementos de capacidad de almacenamiento resultantes de construir terraplenes a lo largo del perímetro del área máxima de cada reservorio. Específicamente, se consideraron incrementos de 1 y 2 m en el nivel de agua máximo. Estos volúmenes también se indican en la Tabla 2.3.

De la Tabla 2.3 se observa que la adición de las capacidades topográficas de todos los reservorios, incluyendo el CC, conduce a un volumen de almacenamiento de alrededor de 1 100 hm³. Esta capacidad se incrementa a aproximadamente 1 600 hm³ (casi 50%) cuando se aumenta el nivel de agua permitido en 1 m, y a 2 100 hm³ (cerca del 100%) cuando el aumento es de 2 m.

Es interesante comparar estas capacidades con las de las grandes lagunas y reservorios existentes. El volumen de regulación del complejo Hinojo – Las Tunas (Prov. de Buenos Aires) es de 610 hm³. Esto representa el 56% de la capacidad topográfica total de los reservorios del presente sistema, disminuyendo al 38% al compararlo con los reservorios recrecidos con 1 m de terraplén, y al 29% con 2 m de terraplén. En el caso de la laguna La Picasa (Prov. de Santa Fe), entre 2014 y 2016 el volumen se incrementó en aproximadamente 600 hm³ (y 500 hm³ adicionales en 2017), es decir, un valor similar al de regulación del complejo Hinojo – Las Tunas.

2.4.5 *Movilización de suelos*

La excavación del CC implicaría un volumen de suelos del orden de los 50 hm³.

Suponiendo para los cierres de los reservorios la construcción de terraplenes de 3 m de ancho coronamiento, y una revancha de 1 m por sobre el nivel de agua máximo, los volúmenes de suelo necesarios serían del orden de 8 hm³ para sobre elevación de niveles de 1 m, y de 15 hm³ para sobre elevación de 2 m.

En cuanto a los canales de conexión a los reservorios, se estimó un volumen por ensanchamiento del Canal Devoto del orden de los 2.5 hm³. La excavación para el resto de los canales de vinculación se estimó en 1.5 hm³.

2.5 Centros logísticos

En la Figura 2.16 se muestran los parques industriales existentes⁵ y los centros de acopio de las empresas Cargill y AGD que podrían verse beneficiadas con el proyecto de CC.

⁵ <https://datos.gob.ar/dataset/produccion-registro-nacional-parques-industriales>

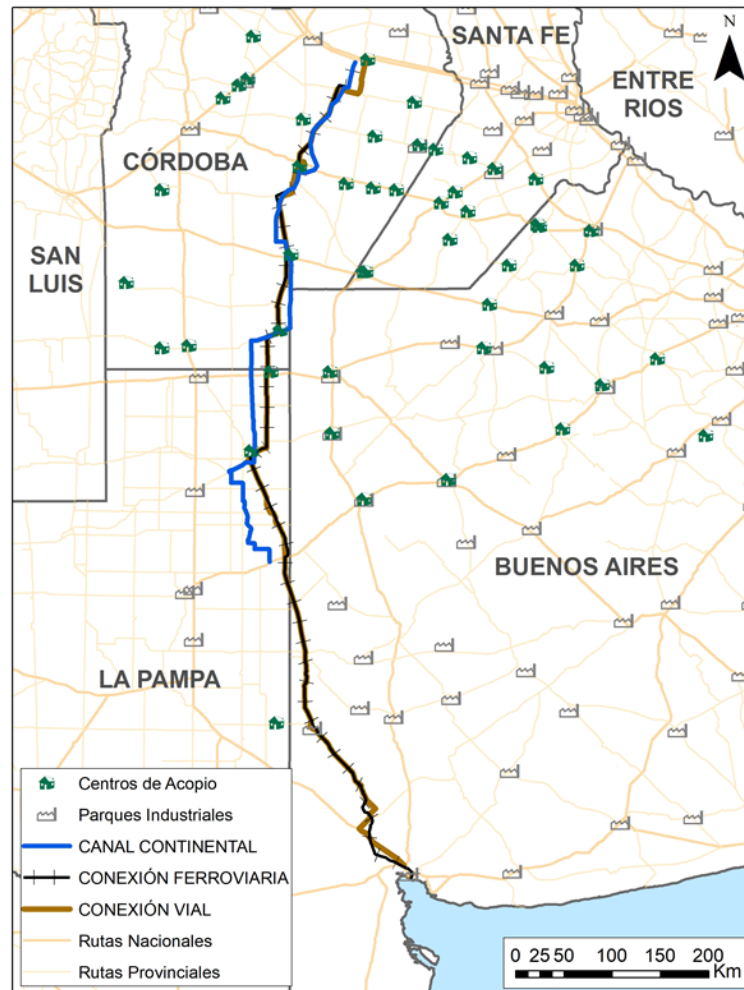


Figura 2.16 Centros de acopio y parques industriales actuales.

Se han planteado tentativamente la implementación de nuevas zonas logísticas (Figura 2.17). En primer lugar, se ubicaron potenciales centros logísticos en base a los siguientes criterios:

- En los extremos del CC, coincidentes con las localidades de Bell Ville y Catrillo, y por donde pasan la RN9 y la RN5, respectivamente.
- En cruces con rutas nacionales existentes: RN8 (La Carlota) y RN7 (Laboulaye).
- En General Pico, donde confluyen varias rutas provinciales y trazas del ferrocarril.

En segundo lugar, se plantearon ubicaciones potenciales de centros de acopio en base a los siguientes criterios:

- En los cruces con otras rutas nacionales existentes.
- En los cruces con rutas provinciales existentes.



Figura 2.17 Centros logísticos y de acopio propuestos.

3 BENEFICIO ECONÓMICO POR CONTROL DE INUNDACIONES

3.1 Planteo del análisis

Se efectuó un análisis del potencial beneficio económico que el sistema de regulación de excedentes hídricos podría tener sobre la producción agrícola. Este consistió en el establecimiento del área de influencia de la obra y la estimación de superficies inundadas para eventos extraordinarios en base a imágenes satelitales.

3.2 Área de influencia de la obra

La influencia del sistema de manejo hídrico se sentirá sobre un entorno que se extiende hacia el Oeste y hacia el Este de la traza del CC. En la Figura 3.1 se muestra esa traza sobre una imagen satelital correspondiente a una situación de inundación pico (noviembre de 2001), procesada para poner de manifiesto el contraste entre zonas anegadas y secas⁶. Se observa una concentración de áreas inundadas en torno al tramo central del CC.

Por su parte, la Figura 3.2 muestra la misma imagen sin procesar, donde se distinguen los reservorios identificados para el sistema de manejo, junto con las lagunas de La Picasa y La Salada (de la Provincia de Buenos Aires), y el complejo Hinojo – Las Tunas hacia el Este, que constituyen acumuladores naturales de excedentes hídricos.

3.2.1 Zonas Centro y Norte

Teniendo en cuenta que el declive topográfico es esencialmente de Oeste a Este, la zona al Oeste del CC debería poder drenarse naturalmente (por gravedad) hacia el canal. Para determinar la extensión potencial de esa zona de drenaje se analizó el perfil topográfico de Oeste a Este en la zona central del CC. Este se muestra en la Figura 3.3, junto con una esquematización bilineal que pone de manifiesto la brusca disminución de la pendiente topográfica, y en consecuencia de la capacidad de drenaje, alrededor de la cota 145 mIGN. Es justamente este accidente el que provoca la acumulación superficial de agua observada en la Figura 3.1. En consecuencia, se utilizó la curva de nivel de 145 mIGN como límite Oeste del área de influencia de la obra.

⁶ Se interpretó como zona anegada a aquellos píxeles que presentan un NDWI (Índice Diferencial de Agua Normalizado) positivo.

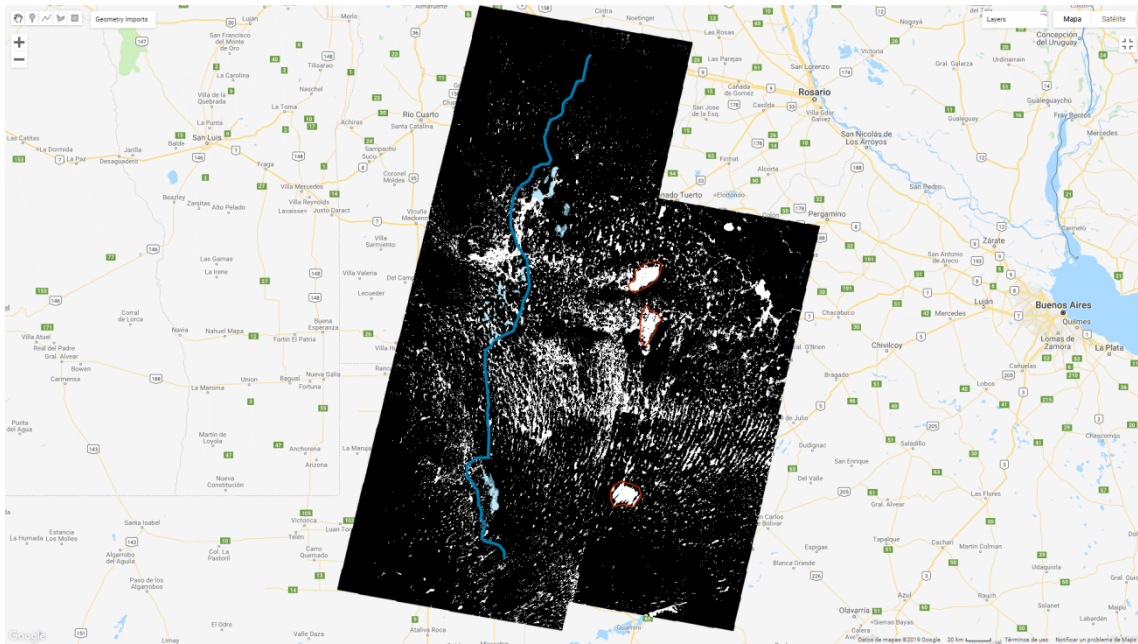


Figura 3.1 Zona inundada en torno al CC



Figura 3.2 Reservorios y lagunas en torno al CC

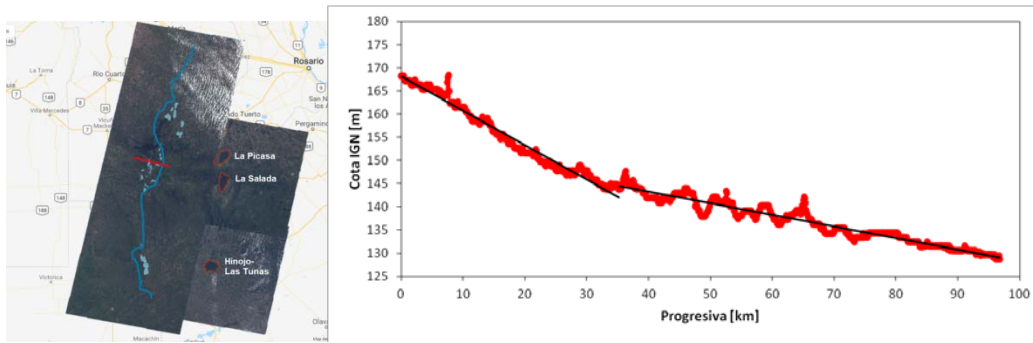


Figura 3.3 Perfil topográfico en la zona Centro-Oeste (a la izquierda se indica su ubicación).

Por otra parte, la Figura 3.4 muestra los corredores de escurrimiento natural hacia el Este del CC, identificados a partir de imágenes satelitales. Se observa que ellos se dirigen, de norte a sur, hacia: (i) las lagunas que constituirían los reservorios de la zona Norte del sistema de manejo; (ii) la laguna La Picasa; (iii) la laguna La Salada; (iv) el complejo Hinojo – Las Tunas. Obviamente, se trata de un escurrimiento relativamente lento, salpicado de retenciones parciales en depresiones (bajos) y pequeñas lagunas. Ahora bien, el CC interceptará una parte del flujo que se dirige hacia los corredores de escurrimiento. Este alivio parcial producirá como efecto que la zona Centro-Oeste pueda potencialmente drenarse más rápido en forma natural. Además, al menos parte de la zona Centro-Este podría drenarse hacia los reservorios de la zona Norte. En consecuencia, se ha establecido como límite Este del área de influencia de la obra a la zona que engloba hasta los reservorios y las lagunas. La Figura 3.5 muestra el área de influencia de la obra así delimitada.

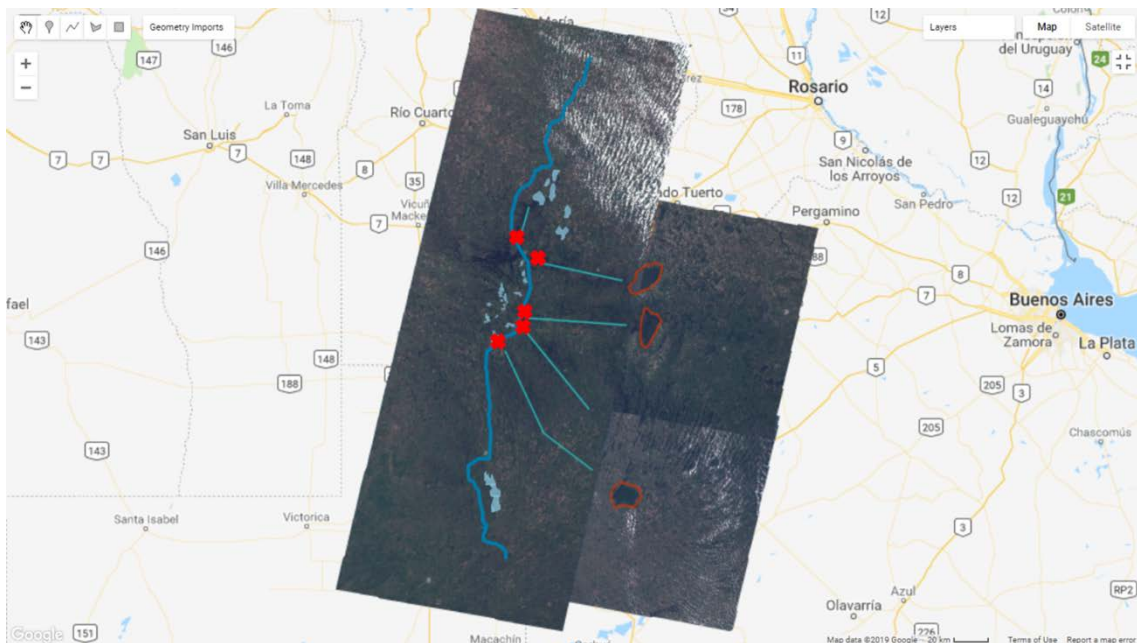


Figura 3.4 Corredores de escurrimiento en la zona Centro-Este

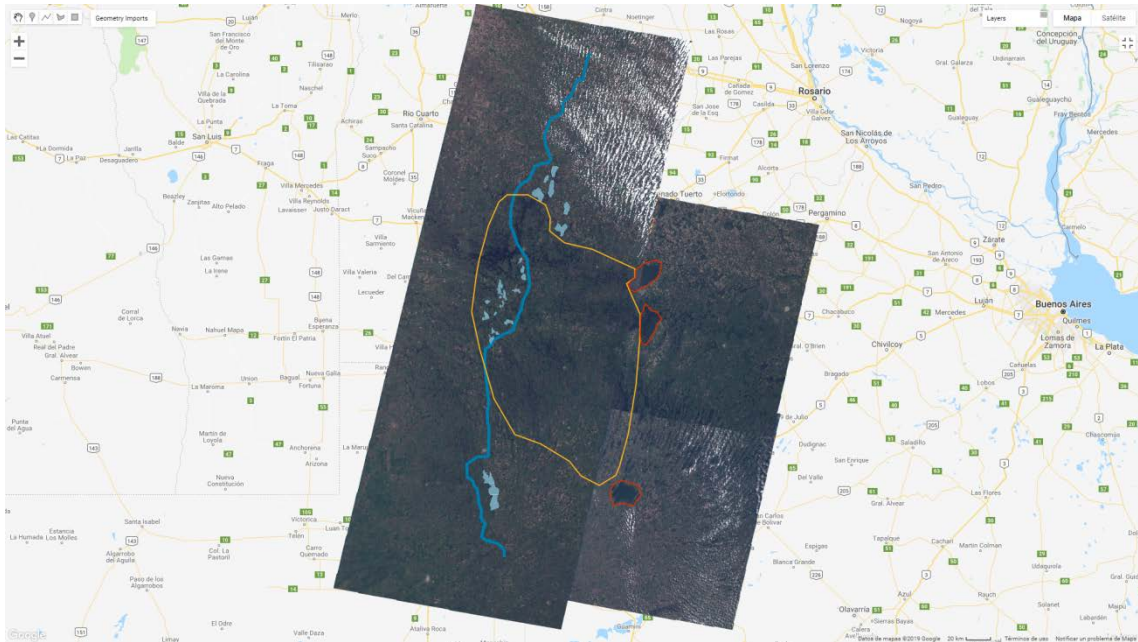


Figura 3.5 Área de influencia de la obra para las zonas Norte y Centro.

3.2.2 Zona Sur

La Figura 3.6 muestra la red de drenaje propuesta para el denominado “Proyecto Los Daneses”, que ha sido ejecutado parcialmente. Allí se indica con una flecha la dirección de escurrimiento natural hacia el Este, en dirección al Complejo Hinojo-Las Tunas.

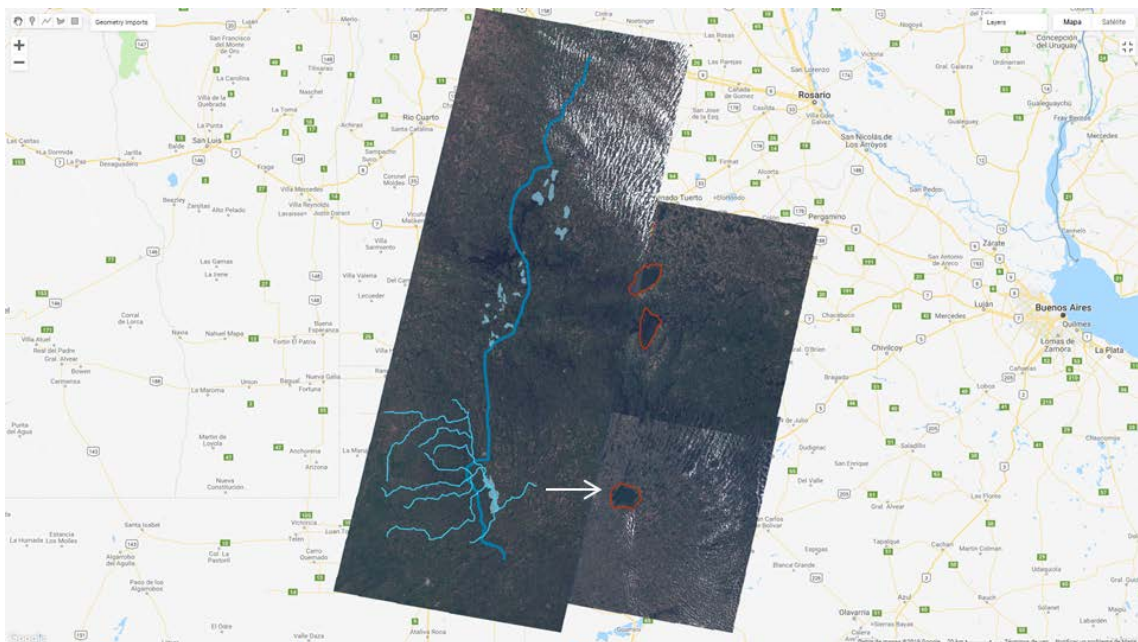


Figura 3.6 Red de drenaje de Proyecto Los Daneses

La zona de influencia para la zona Sur se estableció en base al área servida por esa red de drenaje, tal como se indica en la Figura 3.7.

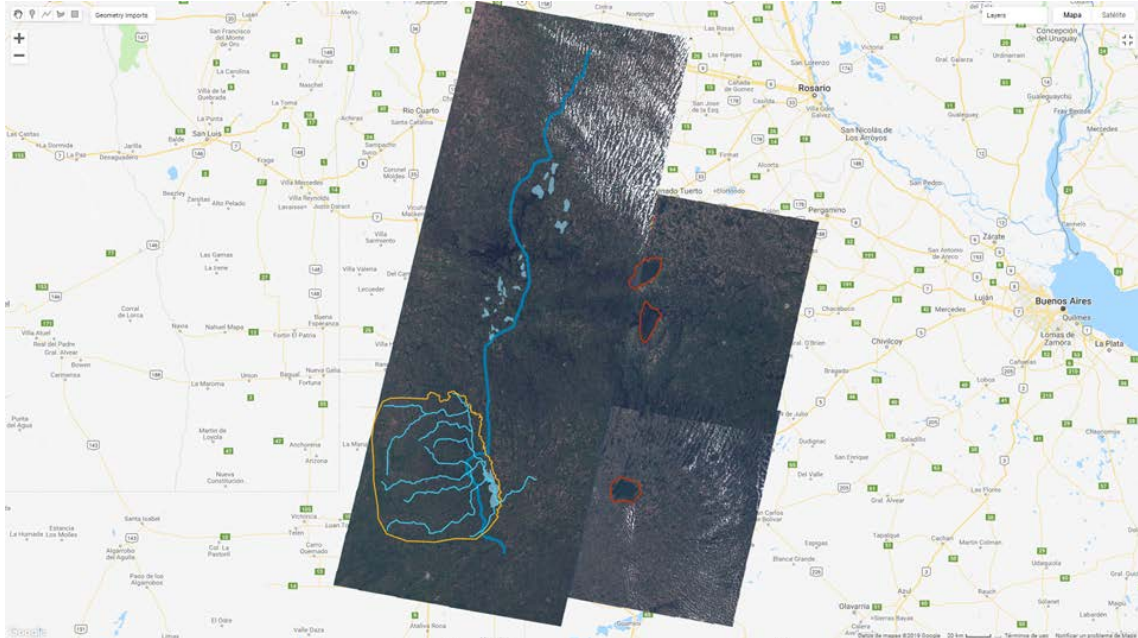


Figura 3.7 Área de influencia de la obra para la zona Sur.

3.3 Área inundada

La Figura 3.8 presenta nuevamente la imagen de la inundación pico de noviembre de 2001, ahora junto con la demarcación de las áreas de influencia de la obra. Se cuantificó la superficie anegada dentro del área de influencia, arribándose a los siguientes resultados:

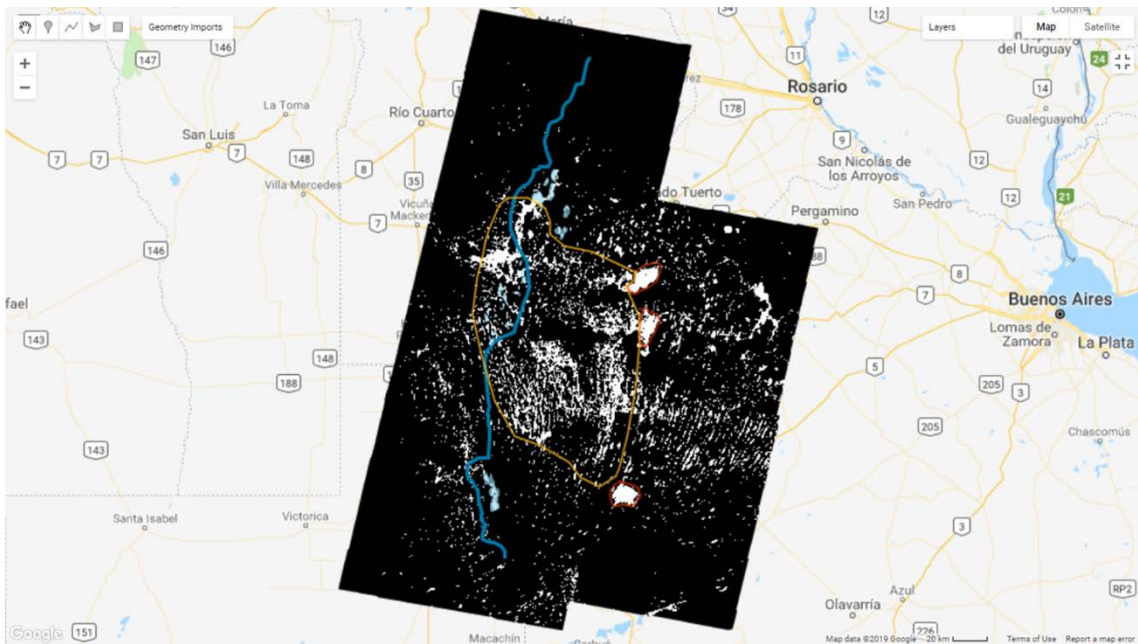
- Zonas Norte y Centro: 860 000 ha, de las cuales 130 000 ha (15%) corresponden a la zona Centro-Oeste.
- Zonas Sur: 140 000 ha.

Por otro lado, se identificó una condición normal de ausencia de inundaciones para establecer una situación de base. La Figura 3.9 muestra la imagen correspondiente a marzo de 2006, que cumple con ese criterio, junto con la delimitación del área de influencia de la obra. A los cuerpos de agua que se distinguen se los consideró entonces como permanentes. Ocupan una superficie total de:

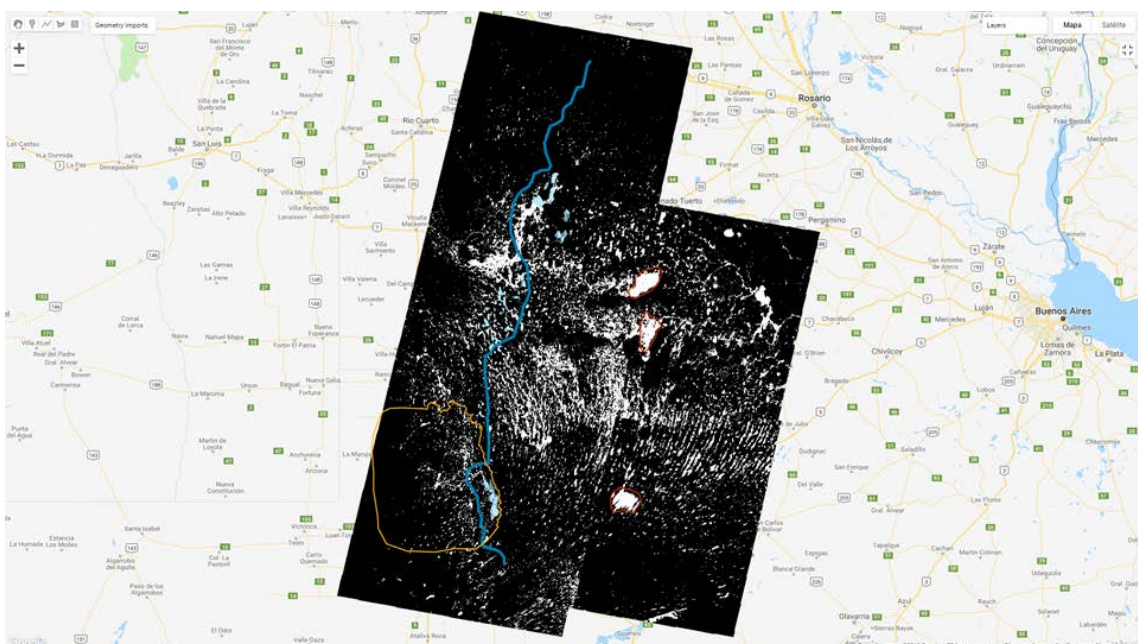
- Zonas Norte y Centro: 38 000 ha, de las cuales 6 000 ha (16%) corresponden a la zona Centro-Oeste.
- Zonas Sur: 9 500 ha.

Si a la superficie total anegada de 2001 se le resta el área de los cuerpos de agua permanentes, resulta una superficie total de:

- Zonas Norte y Centro: 822 000 ha, de las cuales 124 000 ha (15%) corresponden a la zona Centro-Oeste.
- Zonas Sur: 130 000 ha.

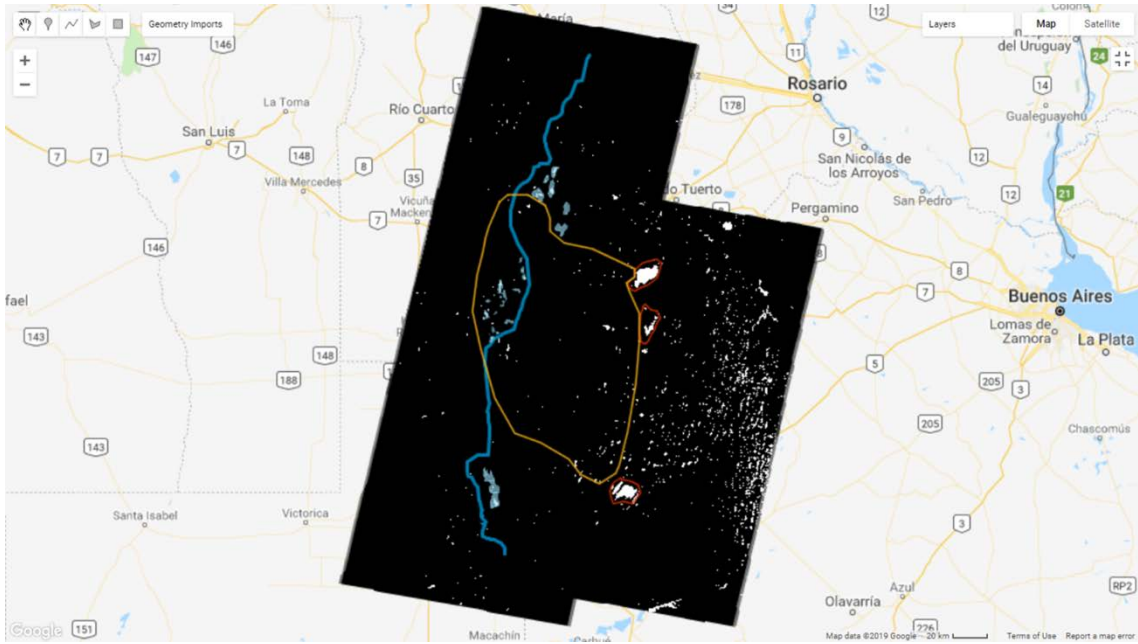


a) Área de influencia para zonas Norte y Centro.

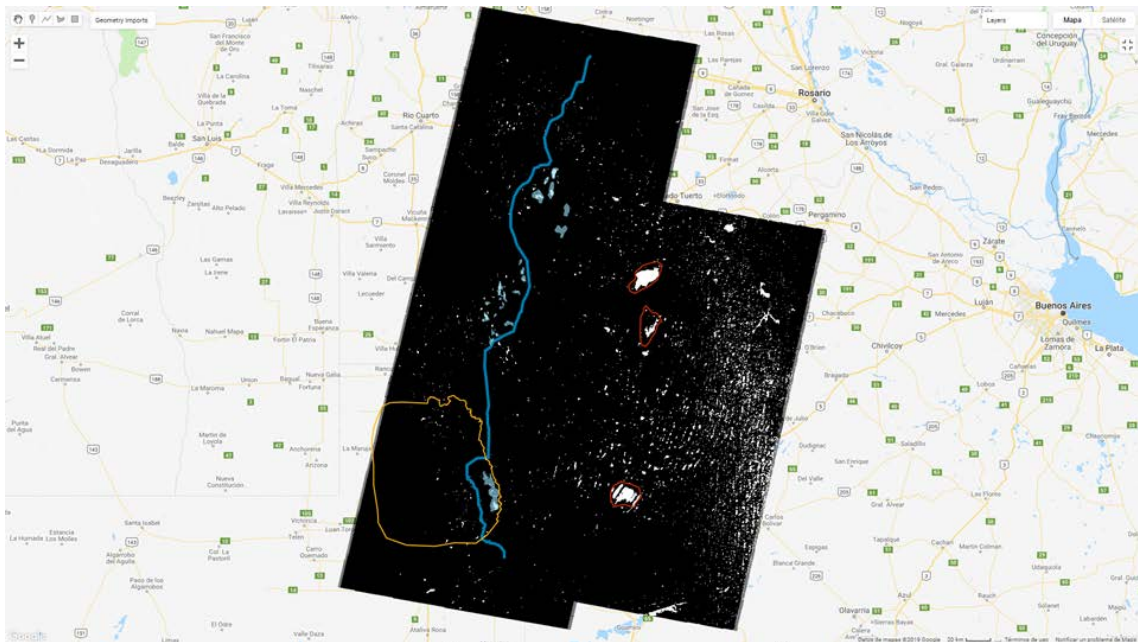


b) Área de influencia para zona Sur.

Figura 3.8 Área inundada en torno al CC en noviembre de 2001.



a) Área de influencia para zonas Norte y Centro.



b) Área de influencia para zona Sur.

Figura 3.9 Área inundada en torno al CC en marzo de 2006.

3.4 Volumen de agua a drenar

Durante los estudios antecedentes (Informe HC) se efectuó, a partir de imágenes satelitales y el MDE del terreno (MDE-Ar del IGN), la cuantificación de la superficie anegada y el volumen de agua correspondiente para la zona de la cuenca baja del río Quinto, que constituye la mayor parte de lo que aquí se denomina zona Centro-Oeste, a lo largo de la ventana de tiempo desde el año 2000 al 2018. Estos resultados se muestran en la Figura 3.10 y la Figura 3.11.

Ahora bien, de la relación entre el volumen y el área inundados surge una altura media de inundación, que se representa en la Figura 3.12. Se observa que para los años de máxima inundación esta altura es de alrededor de 1.2 m, mientras que para los años normales oscila alrededor de 0.9 m. Estos factores se utilizaron para transformar en volúmenes de agua a las superficies inundadas que se determinaron para la zona de influencia de la obra en condición de inundación y condición normal, respectivamente. Los valores resultantes se presentan en la Tabla 3.1. Se observa que el volumen efectivo a drenar es de:

- Zonas Norte y Centro: 10 000 hm³, de las cuales 1 500 hm³ (15%) corresponden a la zona Centro-Oeste.
- Zonas Sur: 1 600 hm³.

Tabla 3.1 Superficies anegadas y volúmenes a drenar

Parámetro	Unidades	Zonas Norte/Centro		Zona Sur	Total
		Total	Centro-Oeste		
Superficie anegada	miles ha	860	130	140	1 000
Superficie base	miles ha	38	6	9.5	48
Superficie efectiva	miles ha	822	124	130.5	953
Volumen anegado	hm ³	10 320	1 560	1,680	12 000
Volumen base	hm ³	342	54	86	428
Volumen efectivo	hm ³	9 978	1 506	1 595	11 573

En el capítulo anterior se mostró que, terraplenando los reservorios con una altura de 2 m, se dispondría de un volumen potencial de almacenamiento de alrededor de 2,100 hm³. Con esta capacidad se podría potencialmente drenar toda la zona Centro-Oeste (1,500 hm³ para 124 000 ha) o la zona Sur (1 700 hm³ para 131 000 ha). Con la capacidad total disponible (2 100 hm³) podrían drenarse 175 000 ha.

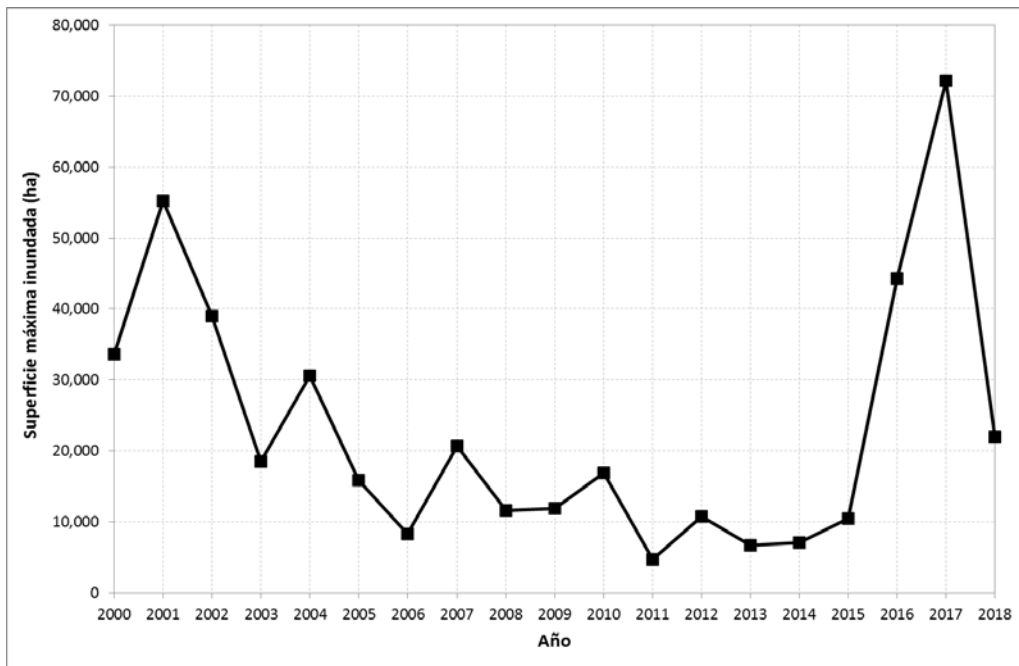


Figura 3.10 Superficie inundada máxima anual en la cuenca baja del río Quinto.

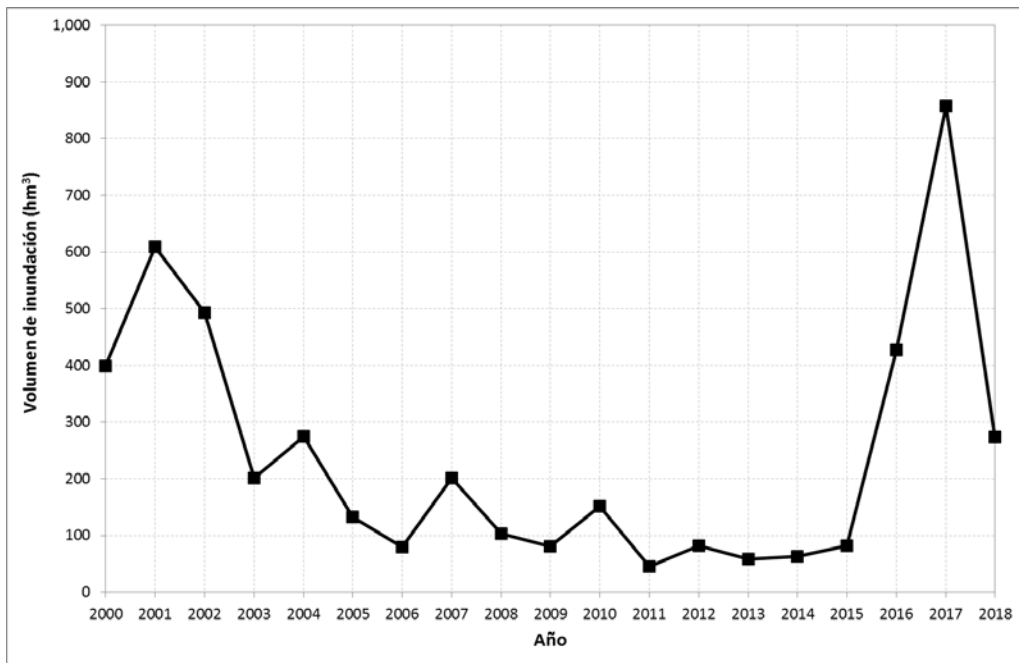


Figura 3.11 Volumen de inundación máxima anual en la cuenca baja del río Quinto.

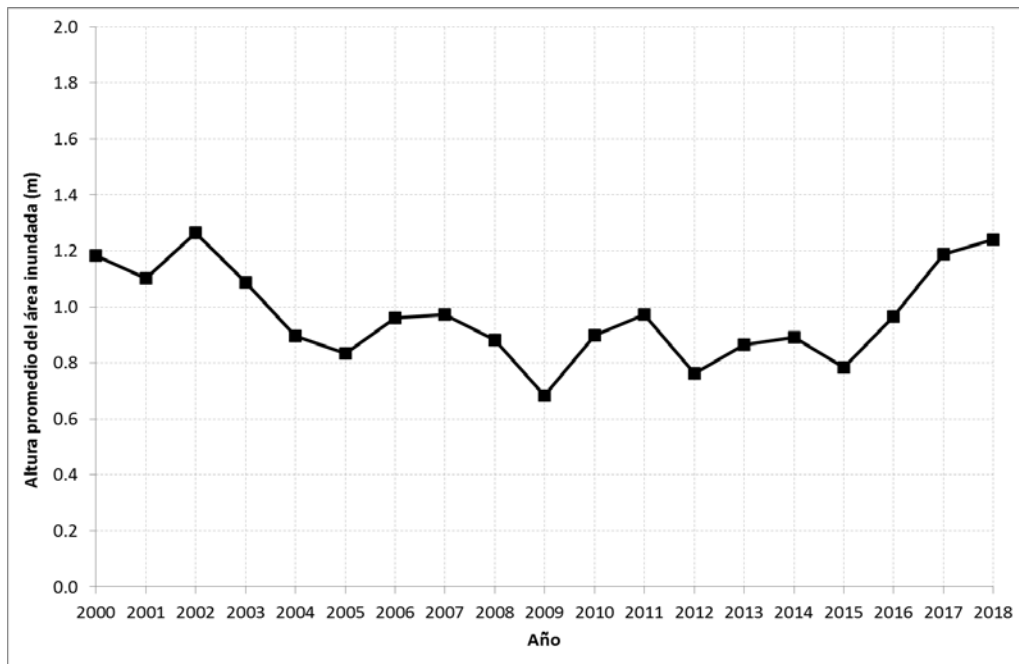


Figura 3.12 Altura de inundación máxima anual en la cuenca baja del río Quinto.

3.5 Indicadores económicos

El potencial drenaje de las áreas anegadas que permitiría el sistema de manejo planteado se manifestaría primariamente como un daño evitado a la producción agrícola. Entonces, se utilizó como indicador de beneficio económico el valor económico directo de esa producción agrícola.

Se utilizó como tasa de valor económico medio de la producción agrícola a la obtenida en un estudio previo efectuado para la zona pampeana⁷, donde se arribó a la cifra de 830 USD/ha. Esto surgió de utilizar los datos de producción agrícola discriminados por cultivo, y precios medios representativos de los distintos cultivos.

Se estimó como piso del beneficio económico el asociado a las 175 000 ha drenables por la capacidad de los reservorios, que alcanzaría entonces alrededor de 145 millones de USD por campaña agrícola salvada. Si además se considera el alivio que el sistema puede provocar sobre el resto del área anegada, reduciendo los tiempos de inundación, este beneficio podría incrementarse hasta las 950 mil ha, que implica aproximadamente 790 millones de USD por campaña salvada.

Dependiendo de la habilidad de manejo de los excedentes, se estima que el sistema podría salvar entre 1 y 2 campañas agrícolas luego de una gran inundación, con lo cual los beneficios podrían oscilar entre 145 y 1580 millones de USD por evento extraordinario de inundación. Teniendo en cuenta que se produjeron dos de esos eventos extraordinarios en alrededor de 20 años (ver Figura 3.10), en ese lapso podrían haberse ahorrado entre aproximadamente 300 y 3 000 millones de USD.

⁷ UTN-FRA/INA, "Evaluación económica de las obras de canalización del río Salado – Tramo IV-1b", Dirección Provincial de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires, 2016.

Para comparar este beneficio económico se estimó el costo de construcción del CC. Para ello se utilizó como base el presupuesto desarrollado en el Informe HC, incluyendo sólo los elementos pertinentes (excavación, 1 puente-canal, expropiación, puentes), arribando a la cifra aproximada de 700 millones de USD.

Estos indicadores gruesos apuntan en la dirección de la factibilidad económica del proyecto de sistematización hídrica. Se necesitan estudios más elaborados para establecer indicadores más precisos. Además, sería necesario complementarlo con el análisis económico del proyecto logístico.