



Programa Multisectorial de Prevención III
Préstamo BID 1896/OC-AR

CUENCA DEL RÍO COLORADO
DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO

Estudio Coirco N°1.EE.411
Agosto, 2013

  1 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado 

 **CUENCA DEL RÍO COLORADO: DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO**
OBJETIVOS

➤ **Objetivo general:**
Ordenamiento territorial mediante un análisis de riesgo

➤ **Objetivo Específico:**
Determinación de áreas de riesgo

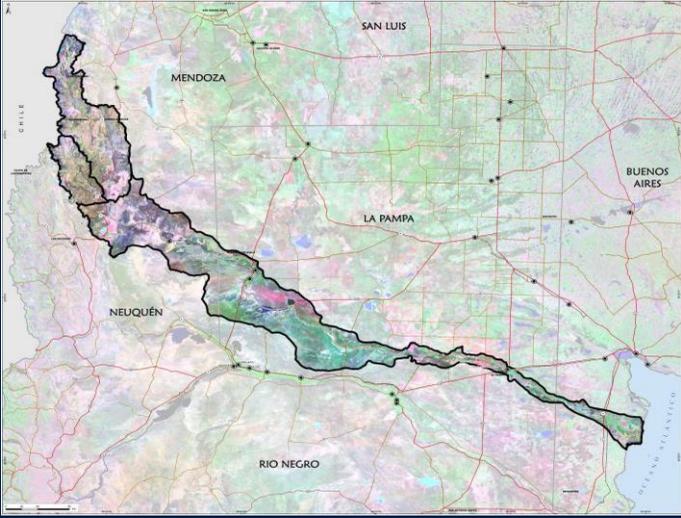
- Delimitación de líneas de ribera
- Vía de evacuación de crecidas y riesgo de inundación
- Zonas de prohibición, restricción o de usos permitidos

➤ **Otros propósitos:**

- Definición de posibles mejoras en los sistemas de abastecimiento de agua,
- Potenciales obras de sistematización fluvial y control de procesos erosivos
- Diseño de sistemas de alerta

 2 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado 

CUENCA DEL RÍO COLORADO: DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO



Área de 48000 km²

Provincias

- Mendoza (35,49%)
- Neuquén (19,77%)
- Río Negro (26,63%)
- La Pampa (12,44%)
- Buenos Aires (5,67%)

HIDROESTRUCTURAS S.A. 3 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

CUENCA DEL RÍO COLORADO: DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO

Problemáticas



- Depósito de sedimentos en centrales y canales
- Necesidad de defensas laterales
- Construcciones sobre la costa
- Ocupación de la planicie de inundación del Río Colorado

HIDROESTRUCTURAS S.A. 4 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow



El Proyecto

Enfoque metodológico general
Productos del Estudio

Estudios Básicos

Estudios Geomorfológicos
Transporte de sedimentos
Estudios hidrológicos
Modelación hidrodinámica

Las áreas de riesgo hídrico

La Gestión del Riesgo de Inundaciones
Determinación de la línea de Ribera del Río Colorado

HIDROESTRUCTURAS S.A. 5 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado **Halcrow**



ENFOQUE METODOLÓGICO: MARCO CONCEPTUAL

➤ Enfoque integrado de cuenca: los sistemas fluviales se comportan como un sistema interconectado de transporte (de agua y sedimento) para:

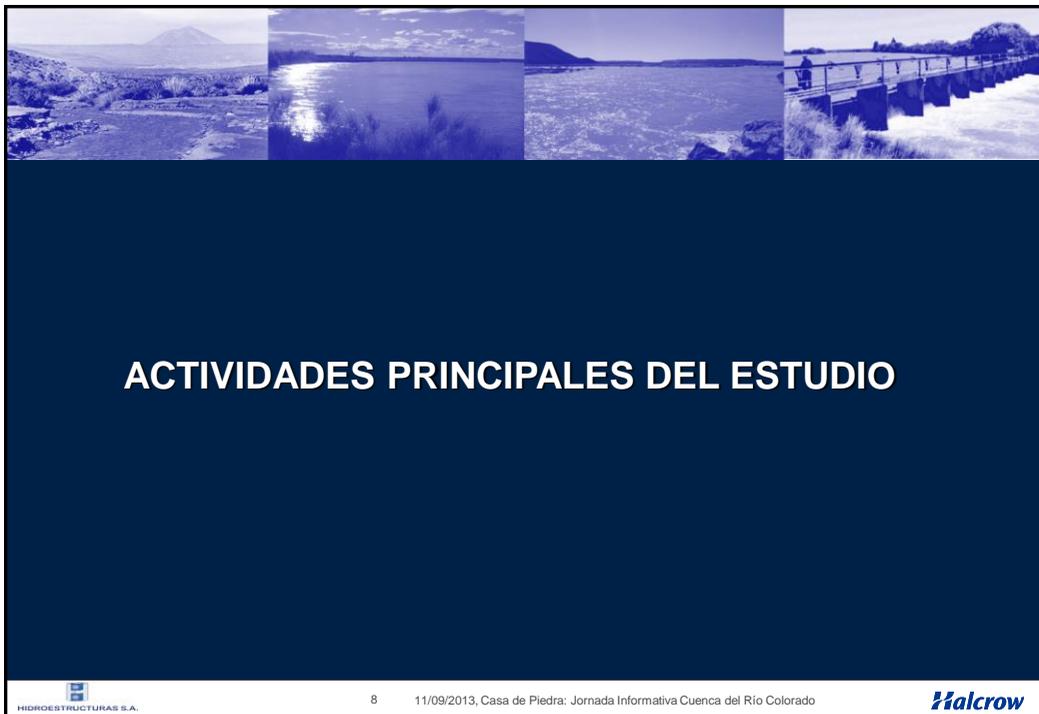
- Comprender formas y procesos actuales
- Caracterizar la situación actual de riesgo hídrico
- Inferir la evolución del sistema y su impacto a las medidas de gestión

↓

Estrategia sustentable de gestión hídrica

<ul style="list-style-type: none">➤ <u>Enfoque geomorfológico</u>➤ <u>Modelo conceptual de riesgo</u>➤ <u>Uso de herramientas de simulación</u>	<ul style="list-style-type: none">• Geomorfología regional• Auditoría fluvial• Evaluación de la dinámica geomórfica• Lineamientos para el desarrollo de estrategias de gestión • Peligrosidad x magnitud de las consecuencias: frecuencia de ocurrencia - exposición - vulnerabilidad - resiliencia• Análisis causal de los fenómenos de peligrosidad • Simulación integrada hidrológica e hidráulica en entorno SIG
---	--

HIDROESTRUCTURAS S.A. 6 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado **Halcrow**



BASES DE DATOS ACTUALIZADAS

- ❑ Recopilación información hidrometeorológica, hidrológica e hidrosedimentológica: **SSRH, SMN, INTA, COIRCO, DPA, DRHLP, DRHN, CORFO, FAO, DGA Chile**
- ❑ Recopilación Información documental: Casa de Piedra, Salto Andersen, Presa y Central Hidroeléctrica Portezuelo del Viento etc.
- ❑ Recopilación topográfica y batimétrica

Ordinate	Date / Time	BUITA RANQUIL CAUDAL MEDI.	BUITA RANQUIL LLUVA
		2002	2002
21400	03 Nov 99 - 24	82.39	0.00
21402	04 Nov 99 - 24	80.84	0.00
21403	05 Nov 99 - 24	80.29	0.00
21404	06 Nov 99 - 24	80.56	0.00
21405	07 Nov 99 - 24	81.03	0.00
21406	08 Nov 99 - 24	80.10	0.00
21407	09 Nov 99 - 24	77.44	0.00
21408	10 Nov 99 - 24	75.72	0.00
21409	11 Nov 99 - 24	75.51	0.00
21410	12 Nov 99 - 24	76.02	0.00
21411	13 Nov 99 - 24	74.17	0.00
21412	14 Nov 99 - 24	74.31	0.00
21413	17 Nov 99 - 24	74.94	0.00
21414	18 Nov 99 - 24	74.67	0.00
21415	17 Nov 99 - 24	77.30	0.00
21416	18 Nov 99 - 24	76.09	0.00
21417	19 Nov 99 - 24	76.15	0.00

9
11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

TRABAJOS DE CAMPO

Relevamientos topobatimétricos

Muestreo de sedimentos

10
11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

RELEVAMIENTOS FOTOGRÁFICOS

The slide displays two photogrammetry maps of a river basin. The left map is labeled 'Exploración terrestre' and features a grid of 24 small aerial photographs taken from the ground, showing the river and surrounding terrain. The right map is labeled 'Exploración Aérea' and features a grid of 24 small aerial photographs taken from an elevated perspective, showing a broader view of the river's meanders and the surrounding landscape. Below each map is a larger representative photograph: a ground-level view of a river bend under a cloudy sky on the left, and an aerial view of a river meandering through a dry, hilly landscape on the right.

Exploración terrestre

Exploración Aérea

11 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Logo: HIDROESTRUCTURAS S.A. Halcrow

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

The slide shows a Geographic Information System (GIS) map of the same river basin. The map is a complex overlay of various data layers. A prominent feature is a color-coded elevation or topographic layer, with a legend on the left showing a scale from 0 m (green) to 5000 m (brown). Other layers include the river network, roads, and administrative boundaries. The map is divided into sections labeled 'PROVINCIA DE LA PAMPA' and 'PROVINCIA DE RÍO NEGRO'. A legend on the left side of the map provides details for various symbols and colors used throughout the visualization.

12 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Logo: HIDROESTRUCTURAS S.A. Halcrow



GEOMORFOLOGÍA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

13 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

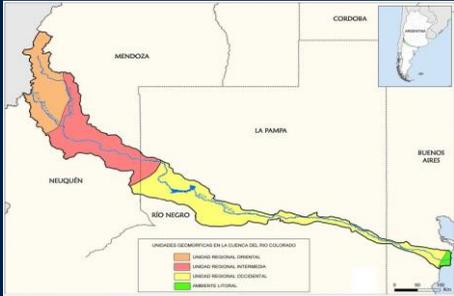
HIDROESTRUCTURAS S.A. **Halcrow**



DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO

CARACTERIZACIÓN GEOMORFICA REGIONAL

- Caracterización Geológica Regional
- Determinación de Macro unidades Geomórficas
- Determinación de unidades y subunidades Geomórficas
- Identificación de formas y procesos promotores del peligro de inundación
- Definición de áreas de aporte, transferencia y recepción de sedimentos



- Unidad Regional Occidental
- Unidad Regional Intermedia
- Unidad Regional Oriental
- Ambiente Litoral

14 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

HIDROESTRUCTURAS S.A. **Halcrow**

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO

Geomorfología de la cuenca del Río Colorado

Paisaje de cuestras- Migración homoclinal. Sedimentitas marinas mesozoicas. Bardas Blancas

Planicie aluvial del arroyo Charileuhue, tributario del río Barrancas

Ira: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Halcrow

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO HÍDRICO

Geomorfología de la cuenca del Río Colorado

Asentamiento

Flujo

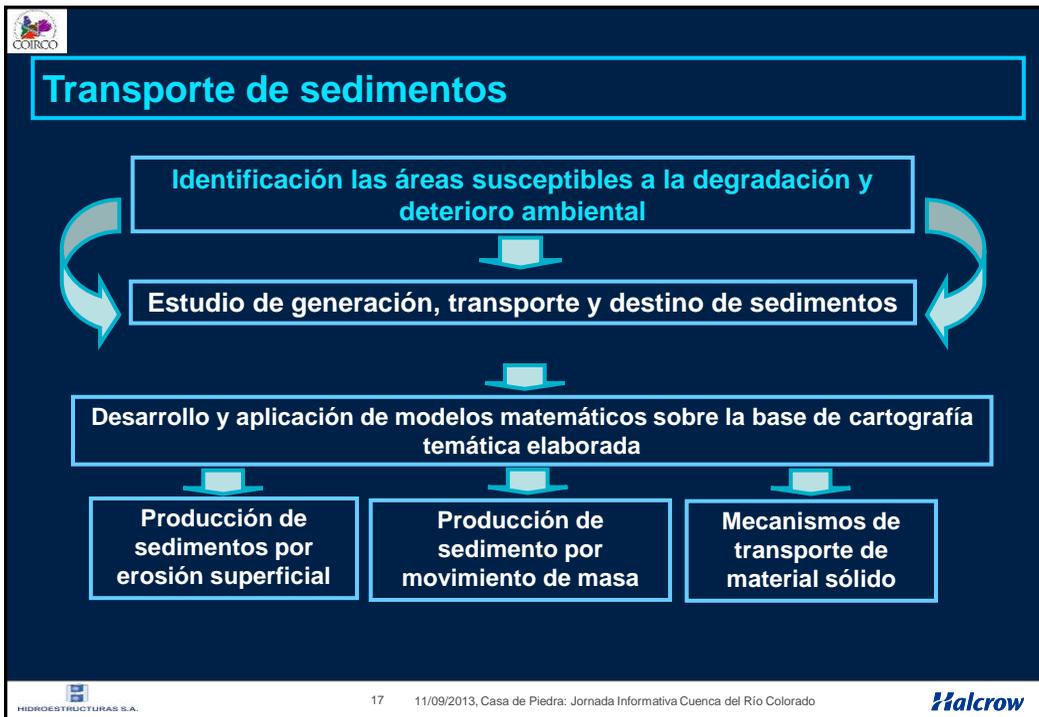
Asentamientos que culminan en flujos provenientes de la margen izquierda del río Barrancas

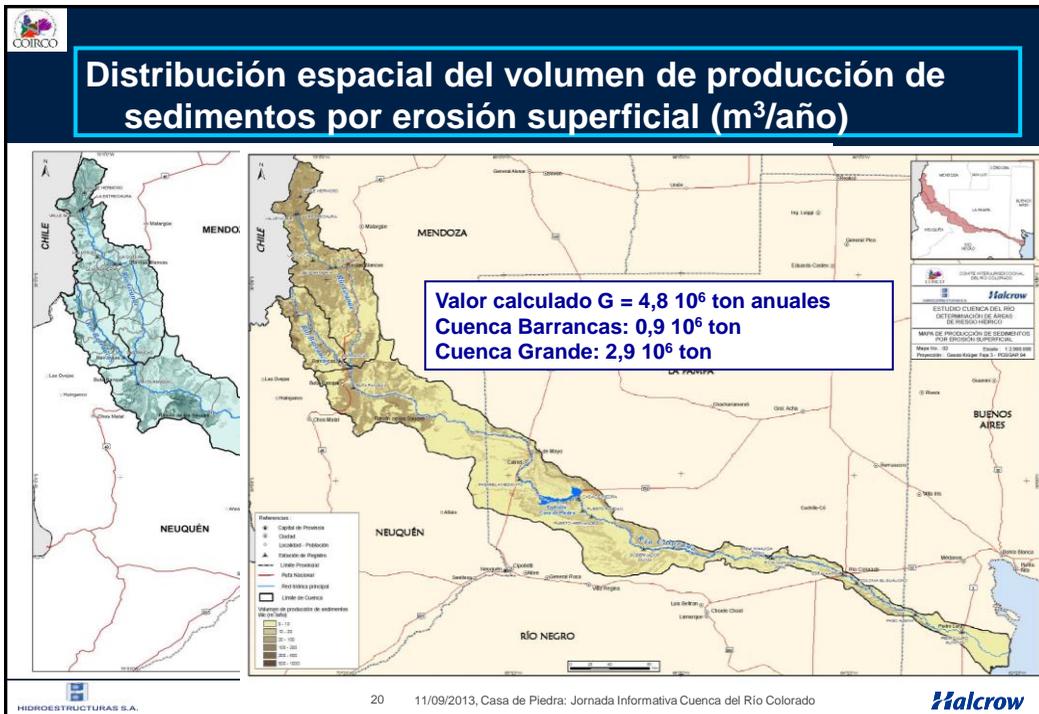
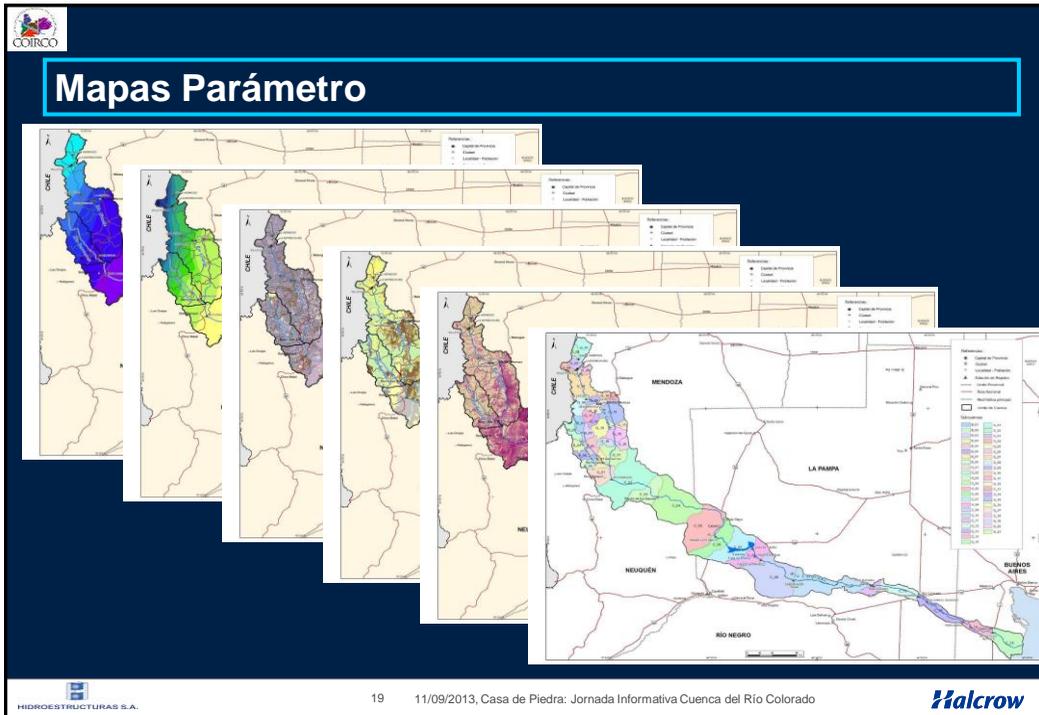
Depósitos de remoción en masa situados en el extremo sudeste de la laguna de Cari Lauquen

HIDROSTRUCTURAS S.A.

16 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Halcrow





Suceptibilidad a movimientos de remoción en masa

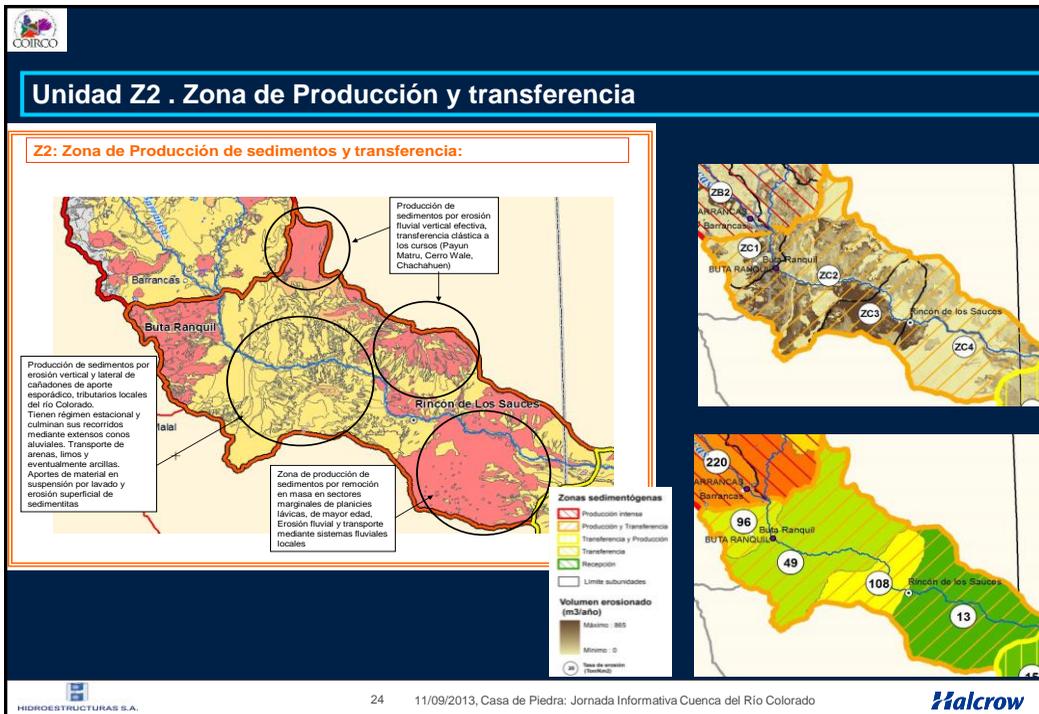
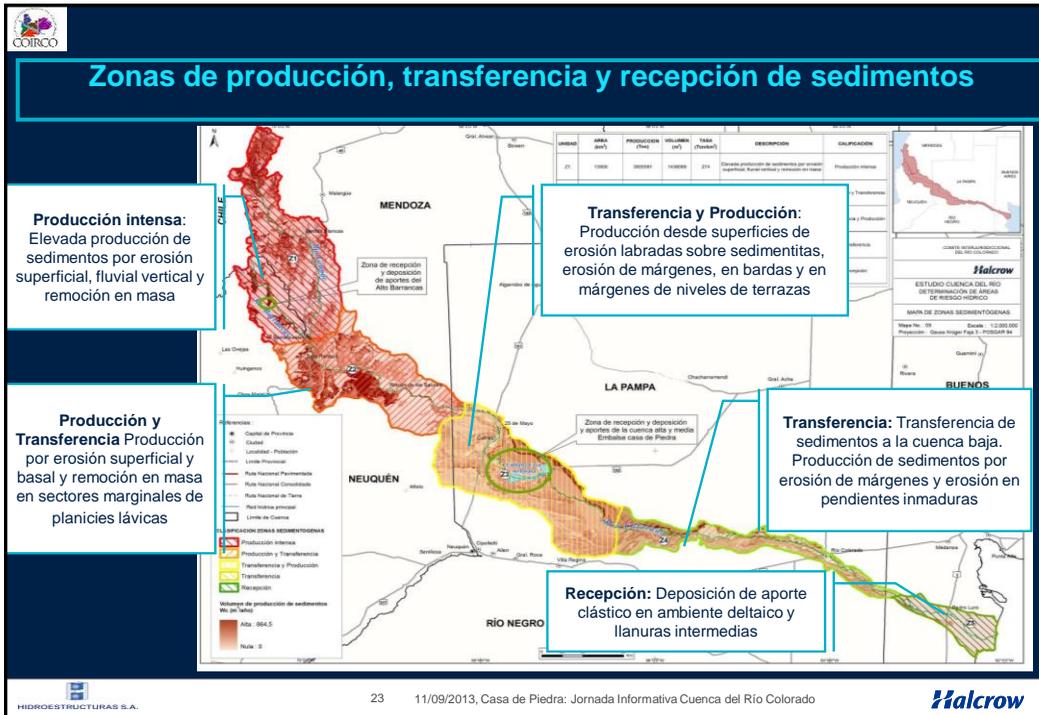
□ Aproximación heurística, combinación cualitativa de mapas o metodologías de cartografía indirecta

$$S = sP * sH * sG * sGM$$

21 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Cálculo de transporte: Caso Estación Buta Ranquil

22 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

MODELACIÓN HIDROLÓGICA



MODELACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRODINÁMICA



HI
25 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado
Halcrow



ESTUDIOS HIDROLÓGICOS - PRINCIPALES ACTIVIDADES

➤ Modelación hidrológica

- **Objetivo básico: Proveer condiciones de borde a los modelos de simulación hidráulica para:**
 - * calibración de crecidas observadas
 - * simulaciones de crecidas de diseño
- **Análisis de frecuencia de crecidas (AFM)**
- **Transformación lluvia-caudal para definir aportes laterales (HEC-HMS)**

- Recopilación, análisis de consistencia y procesamiento de información hidrometeorológica e hidrológica**
- Análisis del comportamiento de temperaturas → derretimiento de nieve, precipitaciones y caudales → comportamiento de crecidas**
- Análisis de frecuencia de caudales y volúmenes máximos anuales**
- Definición de hidrogramas de diseño estadísticos**
- Modelación hidrológica para definición de aportes laterales**

HI
26 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado
Halcrow

COIRCO □ **Análisis de frecuencia de caudales y volúmenes máximos anuales**

- ✓ Selección de muestra (por año hidrológico)
- ✓ Determinación de parámetros
- ✓ Análisis de homogeneidad
- ✓ Análisis y determinación de errores del ajuste
- ✓ Análisis para diferentes subperíodos
- ✓ Relación $Q_{max\ inst.} - Q_{max\ medio\ diario}$

T(años)	La Gotera (1972/73 - 2008/09)	Barrancas (1960/61 - 2008/09)	Buta Ranquil (1940/41 - 2008/09)	Pichi Mahuida (1918/19 - 1988/89)	La Gotera (1972/73 - 2008/09)	Barrancas (1972/73 - 2008/09)	Buta Ranquil (1972/73 - 2008/09)	Barrancas (1960/61 - 2008/09)	Buta Ranquil (1960/61 - 2008/09)	Buta Ranquil (1940/41 - 1988/89)	Pichi Mahuida (1940/41 - 1988/89)
100	731	304	1039	842	731	329	1265	304	1018	1085	870
50	692	269	957	776	692	289	1213	269	953	980	794
25	647	234	868	707	647	251	916	234	878	874	715
20	631	223	838	683	631	240	888	223	852	839	688
10	575	189	739	607	575	203	793	189	763	728	605
5	506	155	628	523	506	167	683	155	657	611	516
3,33	457	134	554	468	457	145	608	134	583	537	459
2,5	415	119	495	425	415	129	547	119	523	480	414
2,0	378	106	443	387	378	115	493	106	468	431	376

Series completas **Barr = 0.23 a 0.3 BR** **PM = 0.8 - 0.87 BR**

HIDROESTRUCTURAS S.A. 27 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado **Halcrow**

COIRCO **Volúmenes máximos anuales para distintas duraciones – Análisis de frecuencia**

En función de:

- Ajuste visual AFM
- Errores cuadráticos al ajuste,
- Gráficos de momentos,
- ➔ Selección distribución GEV
- ➔ Curvas Vol – T – D

T (años)	Buta Ranquil (1940/41 - 2008/09)	Buta Ranquil (1960/61 - 2008/09)	Barrancas (1960/61 - 2008/09)	La Gotera (1972/73 - 2008/09)	Pichi Mahuida (1918/19 - 1988/89)	Pichi Mahuida (1940/41 - 1988/89)
Volúmenes máximos anuales en 15 días (Hm³)						
2	480,3	508,9	113,4	408,9	444,6	431
10	789,1	796,3	175,7	643,7	721,3	721,9
25	936,7	910,9	197,3	734,2	849,2	864,8
50	1042,9	985,1	210,2	791,8	939,6	969,3
100	1145,7	1050,8	220,9	842	1025,7	1071,8
Volúmenes máximos anuales en 30 días (Hm³)						
2	897,4	945,1	209,8	748,8	829,6	804,9
10	1482,6	1497,1	317,8	1205,3	1342,4	1347,6
25	1761,6	1717,7	352,5	1390,6	1575,2	1611,5
50	1962,1	1861	372,5	1511,9	1738	1803,4
100	2156	1988	388,5	1620,3	1891,5	1990,7

Ej: Volúmenes máximos – duración – recurrencia en Buta Ranquil

HIDROESTRUCTURAS S.A. 28 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado **Halcrow**



Definición de hidrogramas de diseño estadísticos para ingresos al río Colorado

a. Seleccionar principales crecidas

b. Adimensionalizar crecidas (Q_i / Q_{max})

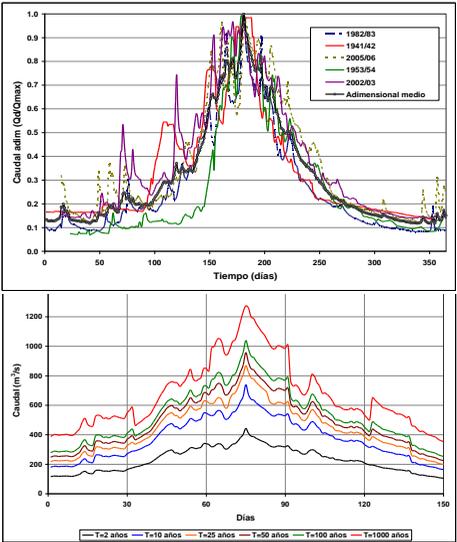
c. Obtener hidrograma medio adimensional

d. Maximizar el hidrograma manteniendo el caudal pico y los volúmenes máximos en diferentes duraciones, para la recurrencia de interés → **Hidrogramas de Diseño Estadísticos**

Hidrograma tipo Buta Ranquil

Hidrograma diseño, Buta Ranquil

Hidrogramas p/ ingreso al modelo hidráulico en Buta Ranquil





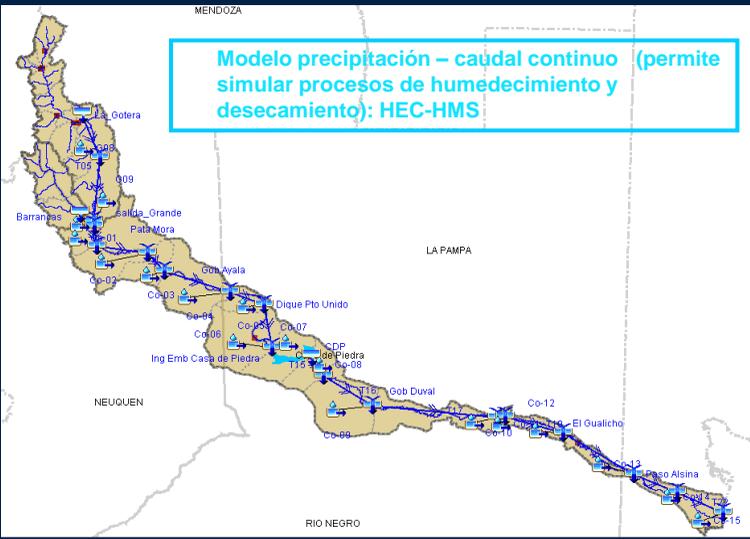
29 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





Modelación hidrológica P-Q

• Problema: Deficiencia en afluentes con observaciones sistemáticas aguas abajo de B. Ranquil → **Simular toda la cuenca/calibrar/obtener aportes laterales**



Modelo precipitación – caudal continuo (permite simular procesos de humedecimiento y desecamiento): HEC-HMS

Datos de Entrada:

- Precipitación area (P) (diaria)
- ETP (ETP)
- Parámetros físicos

Lámina disponible para escurrir determinada por SMA

Hidrograma superficial: método de Clark

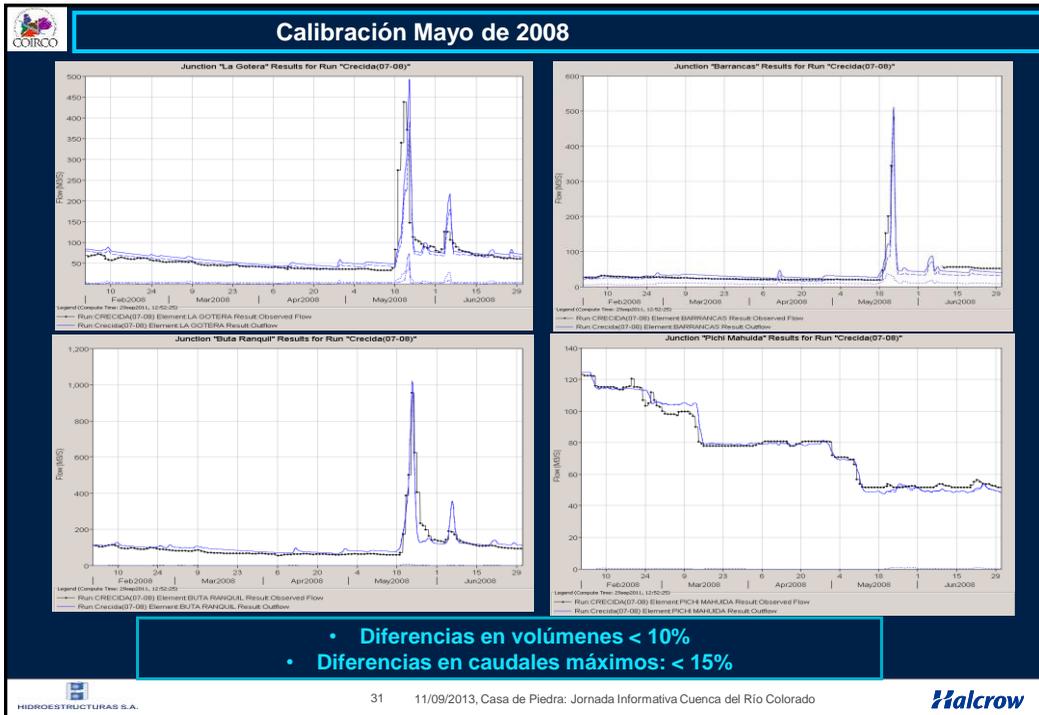
Flujo subterráneo: mét. constante de recesión

Tránsito de hidrogramas en ríos: Muskingum Cunge



30 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





MODELACIÓN HIDRODINÁMICA

Objetivo básico:
Determinación de áreas de riesgo hídrico en la Cuenca del río Colorado, mediante el tránsito de crecidas

Desarrollo de un modelo de propagación hidrodinámica

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

Implementación del modelo hidrodinámico

Modelo de aguas arriba de Casa de Piedra

Modelo de aguas abajo de Casa de Piedra

Modelo integrado del Río Colorado

Representación geométrica del cauce utilizando un enfoque unidimensional, mediante perfiles transversales a la dirección del flujo

HIDROESTRUCTURAS S.A. 33 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

Esquemmatización

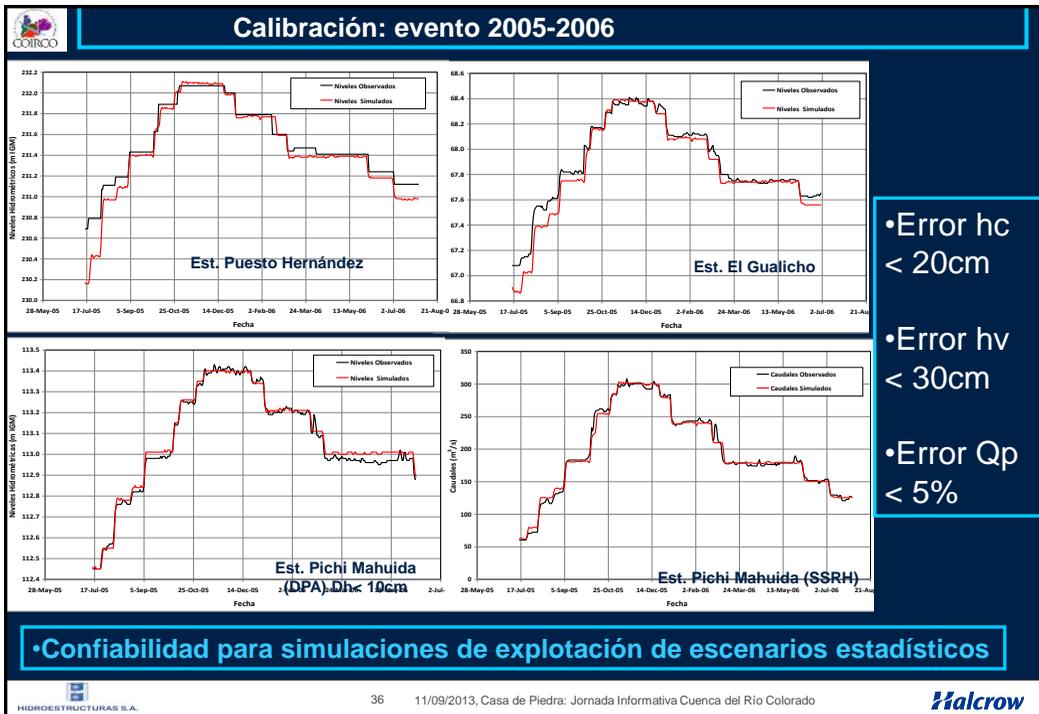
- Evaluación del alcance (extensión y espaciamiento) de las secciones topobatemétricas existentes
- Clasificación del curso por tramos en función de pendiente del curso, ancho del cauce a sección llena, forma en planta (identificación de islas, ramas y sinuosidad)
- Análisis del escurrimiento en la llanura de inundación, mediante la identificación de flujos diferenciados y áreas estáticas y dinámicas
- Determinación de la ubicación y espaciamiento de las secciones transversales
- Coeficiente de Rugosidad

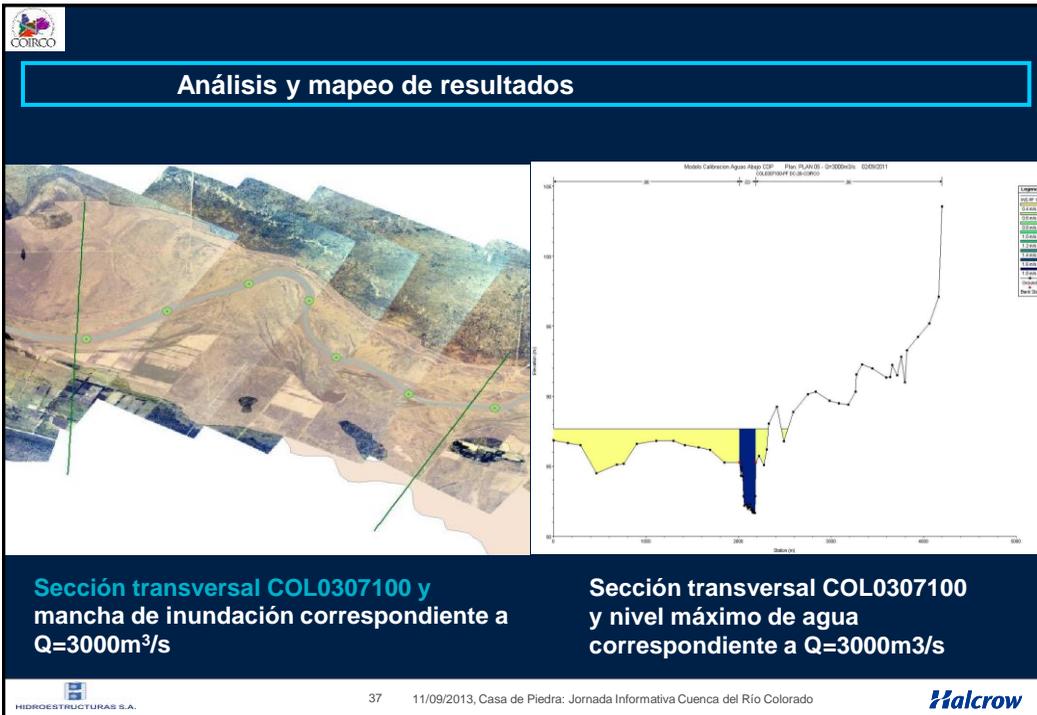
HIDROESTRUCTURAS S.A. 34 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

Calibración y ajuste del modelo HEC-RAS: selección de eventos											
Eventos de calibración											
Evento	Fecha de inicio	Fecha de fin	Características de los hidrogramas de caudales observados en Buta Ranquil			Evento	Fecha de inicio	Fecha de fin	Características de los hidrogramas de caudales erogados por Casa de Piedra		
			Caudal pico (m ³ /s)	Volumen (hm ³)	Tiempo al pico (fecha)				Caudal pico (m ³ /s)	Volumen (hm ³)	Tiempo al pico (fecha)
2006-2007	01-Sep-06	01-Mar-07	530,69	4.851	02-Jan-07	2001-2002	01-Sep-01	01-Mar-02	311,42	3.308	26-Oct-01
2005-2006	01-Oct-05	01-Abr-06	730,48	5.998	15-Dec-05	2002-2003	01-Jul-02	01-Jul-03	343,63	6.837	05-Feb-03
2009-2010	01-Ago-09	25-Feb-10	417,61	3.631	26-Nov-09	2005-2006	15-Jul-05	31-Jul-06	305,03	6.499	03-Nov-05

Eventos de validación											
Evento	Fecha de inicio	Fecha de fin	Características de los hidrogramas de caudales observados en Buta Ranquil			Evento	Fecha de inicio	Fecha de fin	Características de los hidrogramas de caudales erogados por Casa de Piedra		
			Caudal pico (m ³ /s)	Volumen (hm ³)	Tiempo al pico (fecha)				Caudal pico (m ³ /s)	Volumen (hm ³)	Tiempo al pico (fecha)
2004	04-Abr-04	09-May-04	388,01	341	15-Abr-04	1997-1998	11-Ago-97	08-Abr-98	345,00	4.055	29-Nov-97
2008	01-May-08	22-Jun-08	954,00	697	21-May-08	2000-2001	03-Ago-00	15-Jul-01	276,34	5.286	18-Ene-01
2008-2009	01-Sep-08	01-Mar-09	430,79	3.165	16-Nov-08	2006-2007	20-Ago-06	20-May-07	332,13	5.163	22-Dic-06

Modelo aguas arriba de CdP					Modelo aguas abajo de CdP				
----------------------------	--	--	--	--	---------------------------	--	--	--	--





- Implementación del modelo completo**
- Calibración^(*) del modelo completo – Crecida 1982/83
 - Incorporación de estructuras de control:
 - Puente Dique Punto Unido
 - Presa Embalse Casa de Piedra
 - Dique Salto Andersen
 - Simulaciones de explotación (2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años de recurrencia)
 - Análisis de sensibilidad del modelo: parámetro de rugosidad n de Manning +20% y -20% (evento de 100 años de recurrencia)
- HIDROESTRUCTURAS S.A. 38 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

Dique Salto Andersen

Modelo_Estructura Plan: 01 TR_1000_V6_3222012
 Fecha: 09/09/2013 10:05:00 AM
 Usuario: J. GARCIA

- **2 grupos de compuertas**
 - Grupo 1: 9 compuertas planas de 11,5m x 4m (izq) – APERTURA VARIABLE $f(Qerog CdP)$
 - Grupo 2: 4 compuertas planas de 7m x 4,5m (der) – ABIERTAS 1,25m
- **Vertederos laterales libres**

HIDROESTRUCTURAS S.A.

39 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Análisis y mapeo de resultados

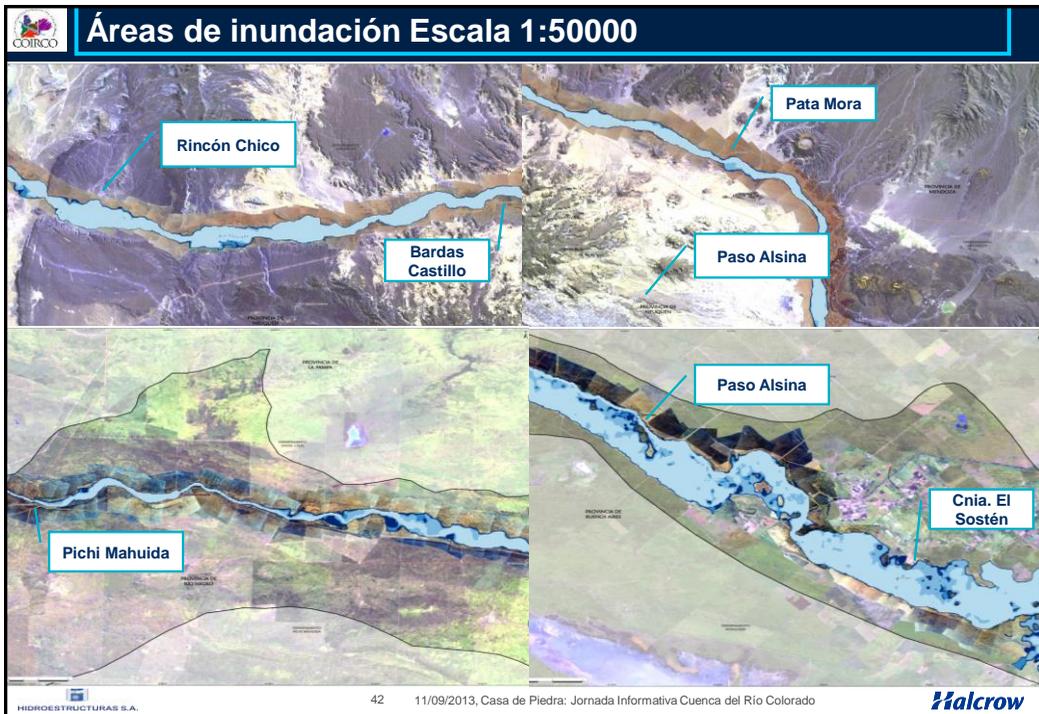
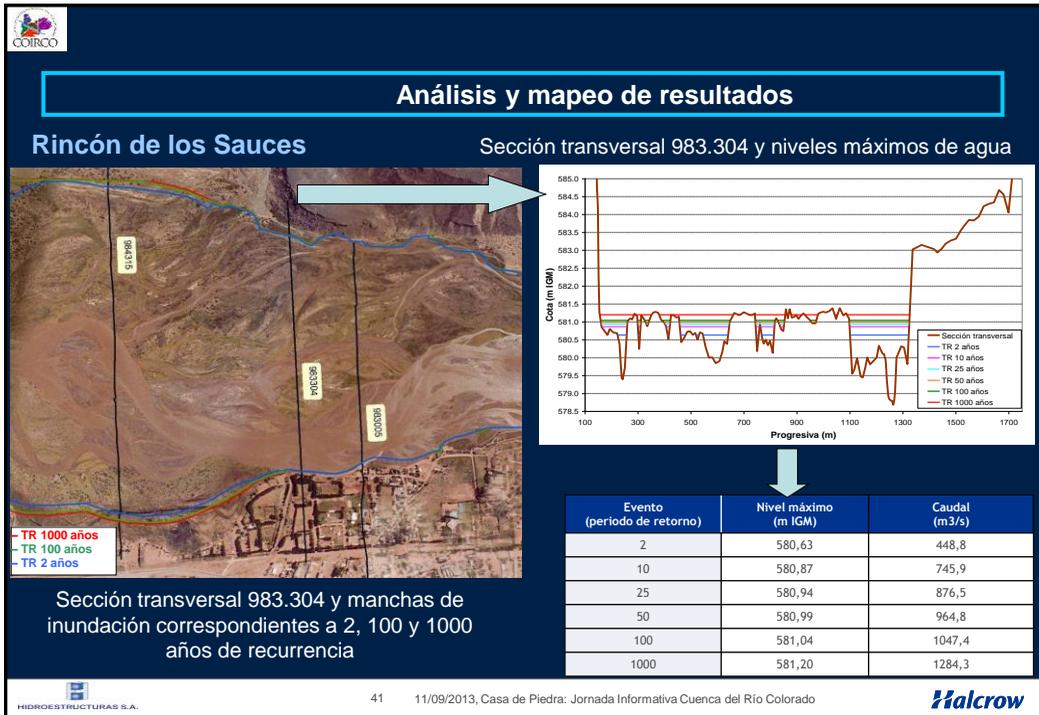
- **No existen diferencias importantes entre los eventos de 10, 25, 50 y 100 años de recurrencia**
- **Existe y es apreciable, una diferencia marcada entre el evento de 2 años de recurrencia y los eventos de mayor periodo de retorno (principalmente tramo aguas abajo de Casa de Piedra)**

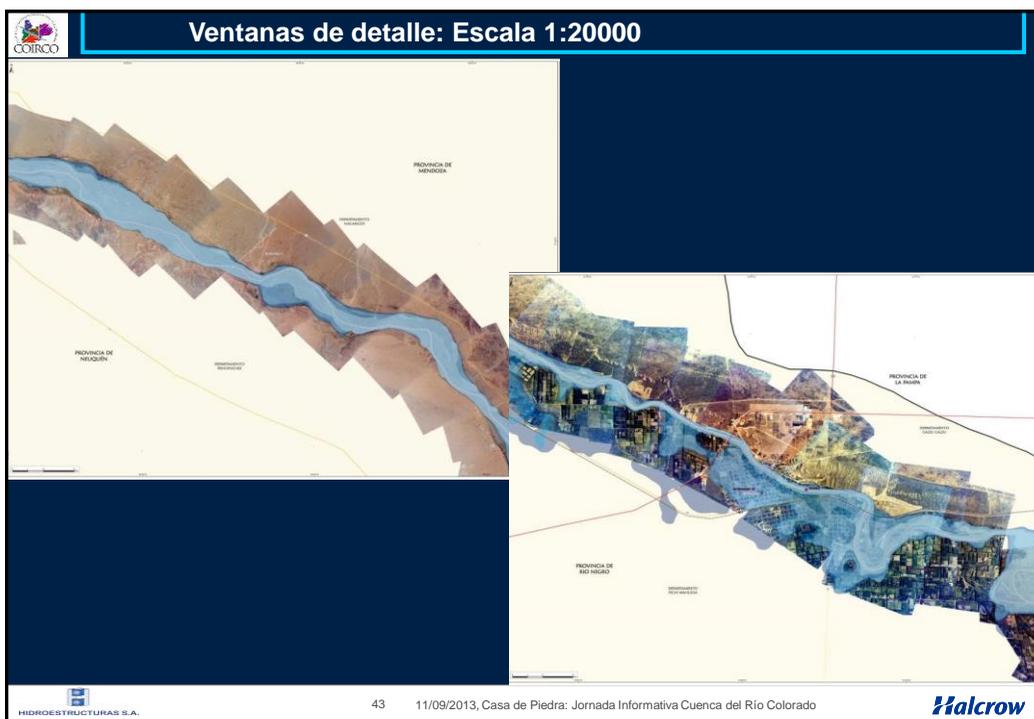
Tramo aguas abajo de CdP

Tramo Dique Punto Unido

HIDROESTRUCTURAS S.A.

40 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





ROTURA DE PRESAS

- Rápido y Rotura de Presa Casa de Piedra
- Rotura de Presa Portezuelo del Viento
- Rotura de Presa Huelches

PRESA	Ancho medio de brecha (m)	Taludes laterales	Tiempo de formación (hs)	Caudal pico (m3/s)
Portezuelo del Viento	30	Verticales	0.25	65,000
Casa de Piedra	215	1:1	1.00	75,000
Huelches	150	1:1	1.00	40,000

Rotura de Presa Portezuelo del Viento

Río	Dist. aguas abajo (km)	Tirante máximo (m)	Caudal pico (m ³ /s)	Tiempo de arribo (hs / días)	Ubicación
Grande	0,00	45,60	65.097	0,02	Portezuelo del Viento
Colorado	204,98	22,11	53.043	0,46	Buta Ranquil
Colorado	276,19	16,19	49.307	0,67	Pata Mora
Colorado	311,21	9,39	46.212	0,75	Rincón de los Sauces
Colorado	393,87	11,48	40.791	1	A. Abajo Octavio Pico
Colorado	411,43	6,87	40.161	1,08	A. Abajo Gdor. Ayala
Colorado	460,05	7,48	27.475	1,33	Cnia. 25 de Mayo
Colorado	479,89	8,28	26.919	1,5	Catriel
Colorado	503,20	14,56	19.274	1,67	Pasarela Medanita
Colorado	549,49	15,50	16.788	1,88	Cola del Embalse Casa de Piedra
Colorado	591,24	21,93	2.958	2	Casa de Piedra

44 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Hidroestructuras S.A. **Halcrow**

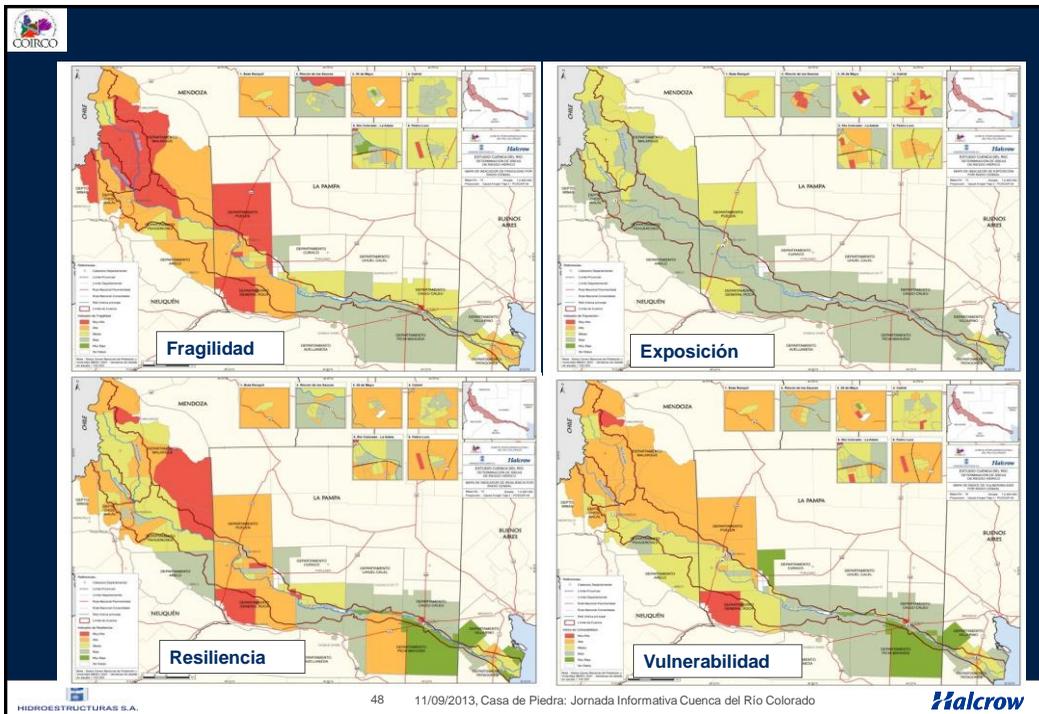
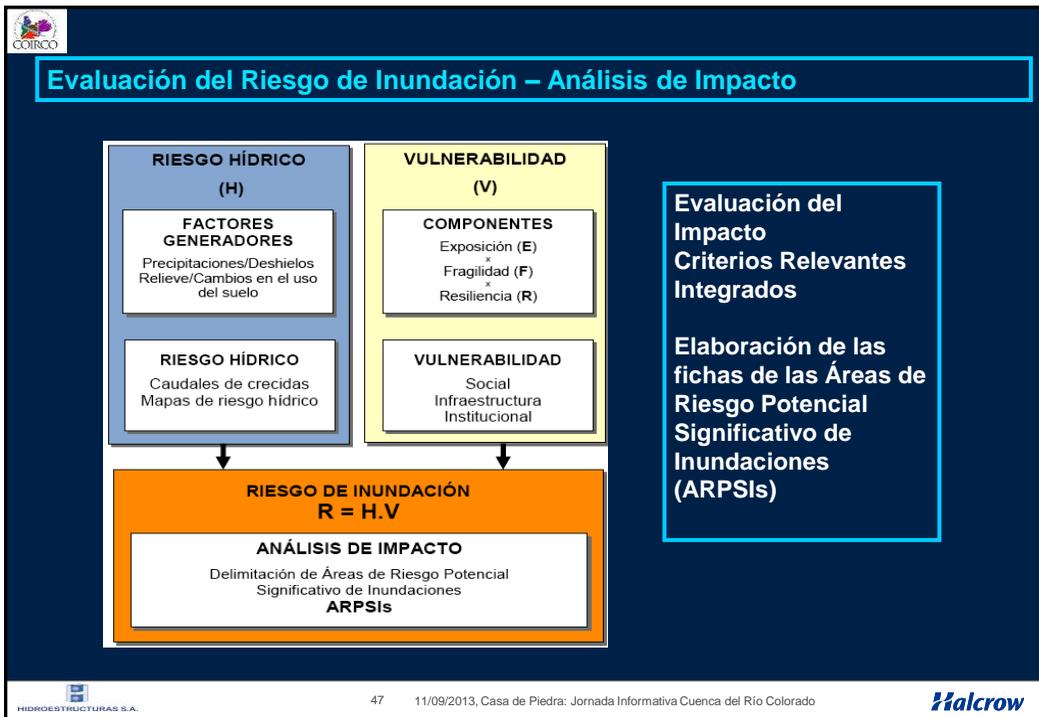
Rincón de los Sauces: Rotura Portezuelo del Viento

REFERENCIAS:
- Línea de base
- Portezuelo del Viento

HIDROESTRUCTURAS S.A. 45 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

HIDROESTRUCTURAS S.A. 46 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow



Elaboración de las fichas de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundaciones (ARPSIs)



Ubicación

Provincia	Mendoza/Neuquén
Departamento	Malargüe/Pehuenches
Localidad cercana	Barrancas
Radio censal 1	091/02/05
Radio censal 2	077/03/02
Ruta de acceso	RPN 180 (MZA) – RPN 20 (MZA) – RPN 6 (NGN)

Evaluación del Impacto

Impacto sobre la infraestructura

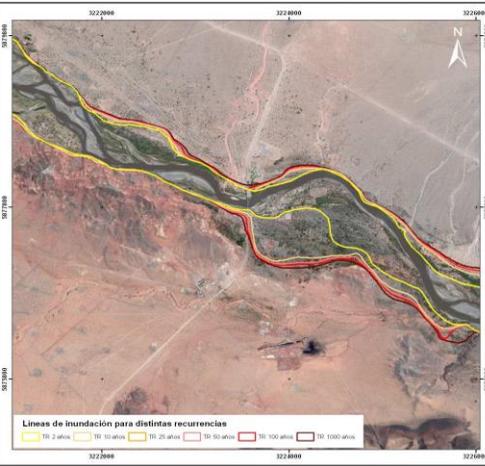
Infraestructura crítica 1	Puente RPN 180–Progresiva Río Colorado1018.2							
Impacto	In	2	E	5	M	S	P	3.8
Infraestructura crítica 2	Áreas urbanas							
Impacto	In	-	E	-	M	-	P	-
Infraestructura crítica 3	Áreas productivas							
Impacto	In	-	E	-	M	-	P	-

Vulnerabilidad socioeconómica

Radio censal 1	Ex	B	Fr	A	R	M	V	M
Radio censal 2	Ex	B	Fr	MA	R	M	V	A

Síntesis del Impacto / Riesgo de Inundaciones

Infraestructura 1	MA	A	M	X	B	MB
Infraestructura 2	MA	A	M	B	MB	
Infraestructura 3	MA	A	M	B	X	MB
Radio censal 1	MA	A	M	B	X	MB
Radio censal 2	MA	A	M	B	X	MB



Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundaciones (ARPSIs)
Ficha R – 3: Puente Pata Mora

Lineas de inundación para distintas recurrencias
■ 10 años ■ 25 años ■ 50 años ■ 100 años ■ 1000 años


HIDROESTRUCTURAS S.A.

49 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE RIBERA Y CONEXAS DEL RÍO COLORADO

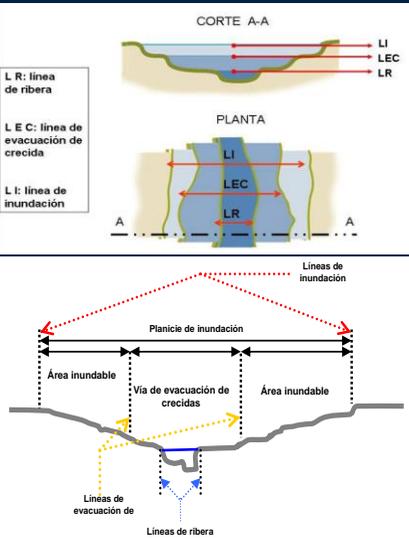

HIDROESTRUCTURAS S.A.

50 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





Delimitación de Áreas de Riesgo Hídrico



L R: línea de ribera
L E C: línea de evacuación de crecida
L I: línea de inundación

- **Enfoque geomorfológico**
 - Determinación de la jurisprudencia geomorfológica del río: Zona habitualmente ocupada u ocupable por la dinámica propia del río
- **Herramientas de simulación**
 - Determinación del medio técnico para abordar en forma sistemática la delimitación y zonificación territorial incluyendo la LdR
- **Marco Jurídico**
 - Evaluación del marco jurídico y reglamentario de respaldo a la determinación de la LdR
- **Compatibilización técnico – jurídico**
 - Análisis específicos de trazados y reglamentaciones vigentes



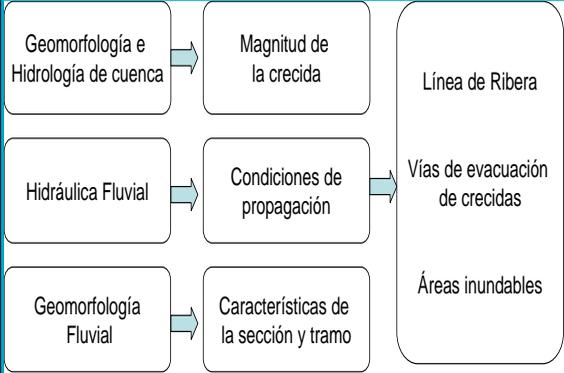
51 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





➤ **Enfoque geomorfológico:** Zona habitualmente ocupada u ocupable por la dinámica propia del río

- Identificar los factores determinantes y condicionantes del alcance del agua
- Tipificar los cursos y cuerpos de agua según su comportamiento,
- Magnitud de las crecidas en cada tipo de curso y cuerpo de agua



- Geomorfología fluvial como aspecto clave
- Ponderación de factores dinámicos y geométricos (geometría, morfología en planta y condiciones de propagación)
- Factores hidrológicos naturales y artificiales, condicionantes de segundo orden



52 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado



Sistema de clasificación geomorfológica (CFI, 1988)

Código	Descripción del río
A	Equilibrio fijo
Ba	En equilibrio, Divagantes en fajas
Bb	En equilibrio, Divagantes en abanico
C	Desequilibrio negativo
D	Desequilibrio positivo
E	Formado por procesos no fluviales

Relación directa entre el caudal que transportan y la sección transversal

- Cauce permanente es el pequeño canal y el cauce original o paleocauce funciona como llanura aluvial
- Faja de inundación rebasa la llanura aluvial y se extiende hacia fuera del sistema geomorfológico
- Cauce determinado por procesos y estructuras geológicas ajenas a la dinámica fluvial

HIDROESTRUCTURAS S.A. 53 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

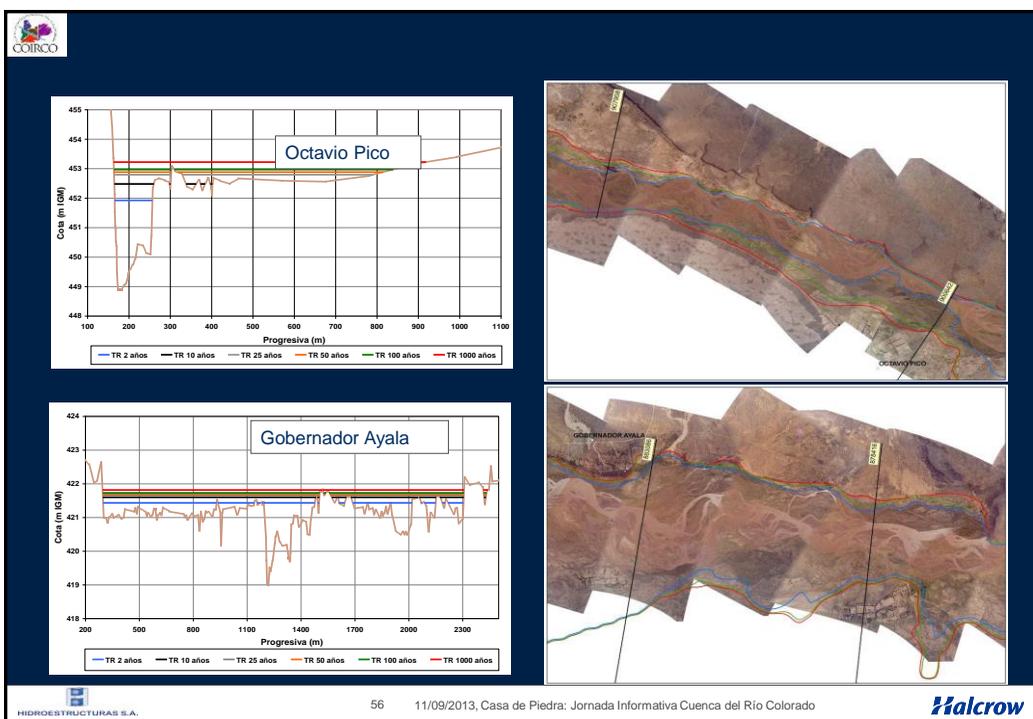
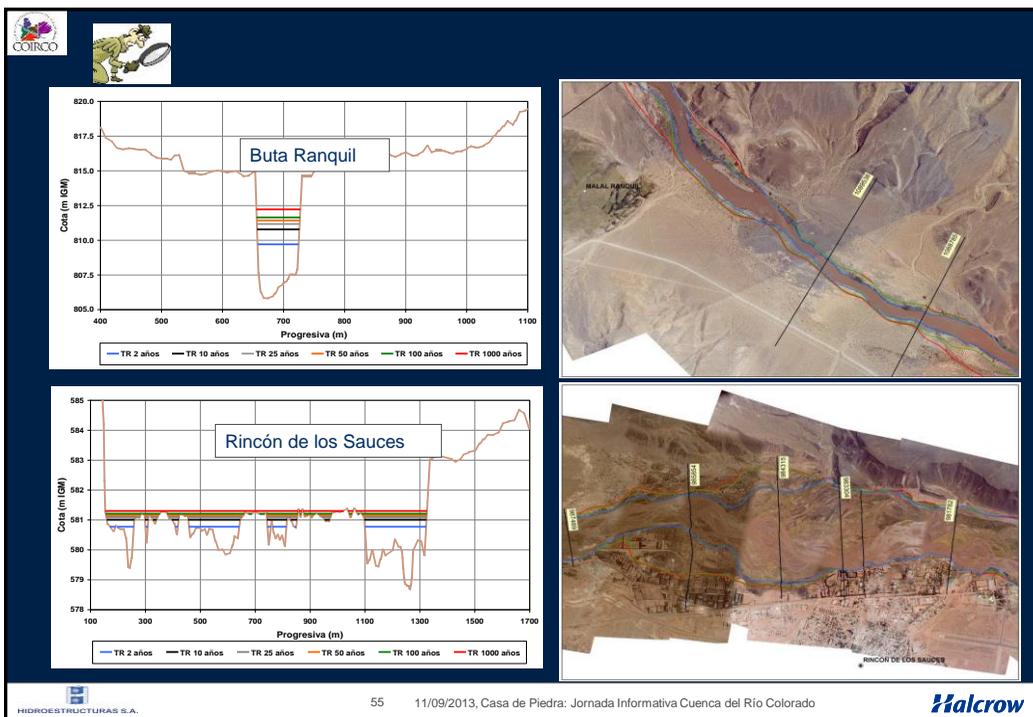
Modelo_Explotacion
River = Colorado Reach = Colorado COL1054500-Perfiles Relevados Halcrow Agosto 2011

Legend

- WS Max WS
- 0.0 m/s
- 0.5 m/s
- 1.0 m/s
- 1.5 m/s
- 2.0 m/s
- Ground
- Bank Sta

HIDROESTRUCTURAS S.A. 54 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

Jornada COIRCO 2013





Tramo no regulado:

- En los sectores confinados por márgenes fijas el nivel máximo alcanzado en crecidas evoluciona restringido por los taludes dentro del propio cauce
- En los tramos en los que el diseño es de cauces múltiples, las crecidas activan los distintos brazos
 - La dinámica del cauce resultado del balance de erosión-sedimentación que se manifiesta en las márgenes y en las barras centrales origina estrechamientos o ensanchamientos del cauce o aún cambios de trazado a lo largo de la llanura de inundación, que es modificada por el cauce en forma dinámica
 - Para un mismo valor de caudal, el cauce activo puede ocupar diferentes posiciones en la planicie aluvial

LR: mínimo nivel de agua que contemple la ocurrencia de esas situaciones que podrían cubrir el ancho del piso del valle. Dicho límite se alcanza en este tramo para un caudal de aproximadamente 1039m³/s en Buta Ranquil



HIDROESTRUCTURAS S.A.

57

11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Halcrow



Tramo regulado:

- **Riesgo de inundación está reducido por la presencia del embalse**
- Aún aisladamente, subsiste el peligro de inundación y la definición de las zonas que siguen expuestas a riesgo debe considerar el comportamiento de las estructuras, su capacidad de diseño y el régimen de inundaciones que propicia
- **Nivel inicial del embalse se fijó en 283m IGM, en correspondencia con el nivel máximo normal**

NMA: Operación normal: 190 m³/s

Máximo caudal de atenuación de crecidas: 525 m³/s

Caudal de diseño del vertedero: 3.100 m³/s

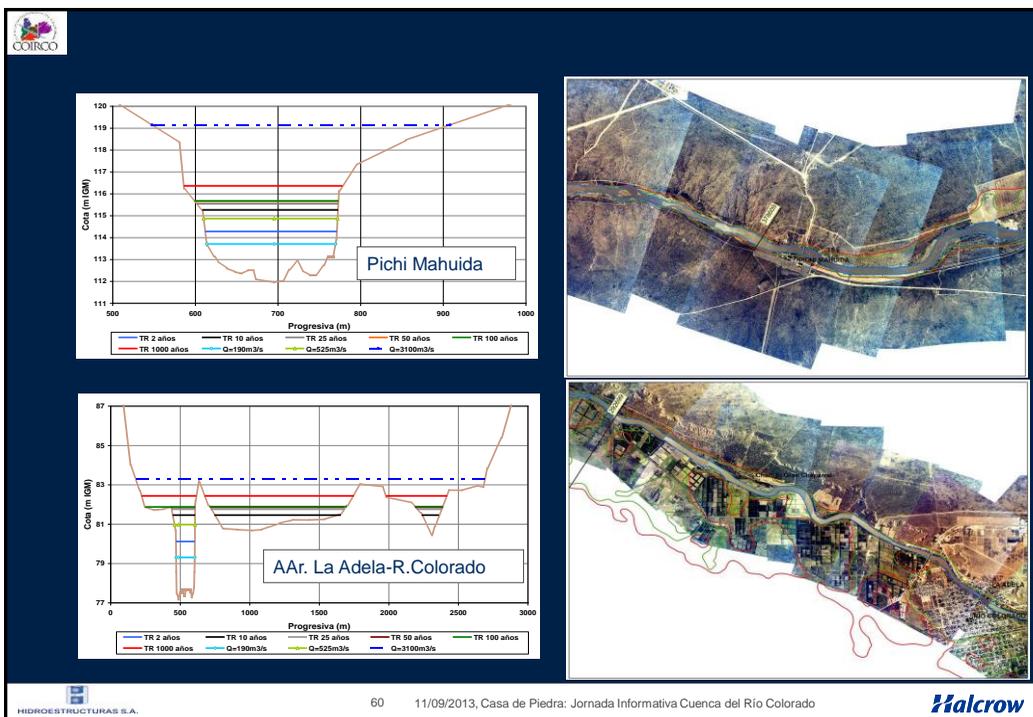
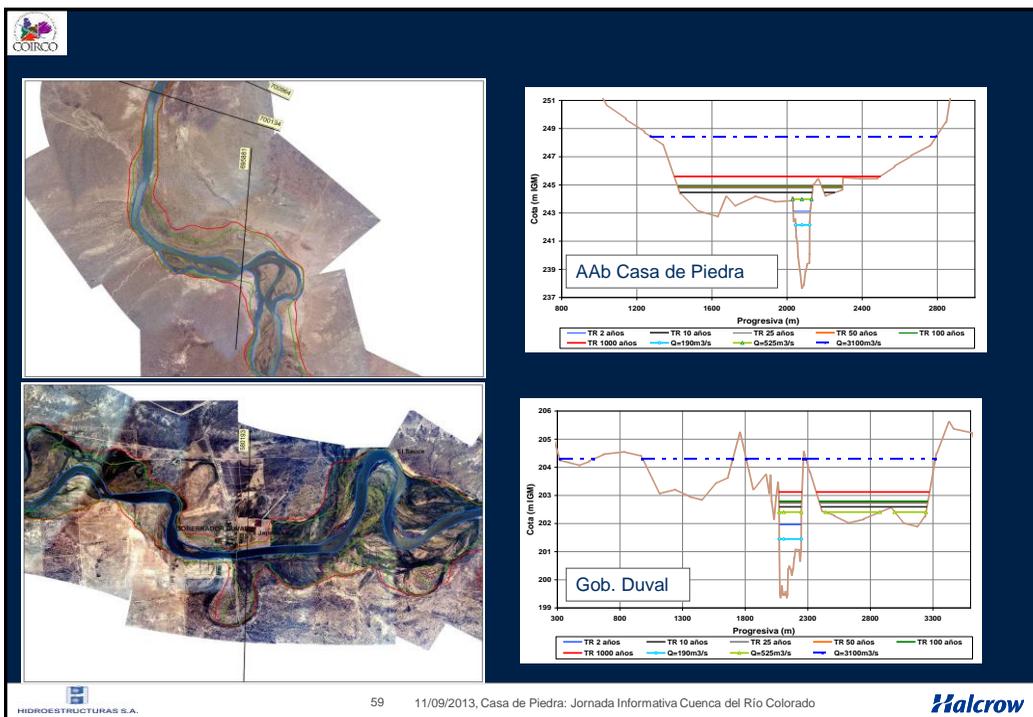


HIDROESTRUCTURAS S.A.

58

11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

Halcrow



Compatibilización técnico – jurídico

Línea de Ribera y conexas: Propuesta

- Tramo sin Regulación
 - La “línea de ribera” (LR), esta asociada a un caudal de 1039 m³/seg (Buta Ranquil)
 - Coincide con la “línea de evacuación de crecidas” (LEC)
 - La “Línea de inundación” (LI) que queda definida por el caudal de 1274 m³/seg
- Tramo Regulado
 - La “línea de ribera” (LR), esta asociada a un caudal de 343 m³/seg
 - La “línea de evacuación de crecidas” (LEC) se asocia a un caudal de 714m³/s
 - La “Línea de inundación” (LI) que queda definida por el caudal de 810 m³/seg

HIDROESTRUCTURAS S.A. 61 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

Est. Buta Ranquil

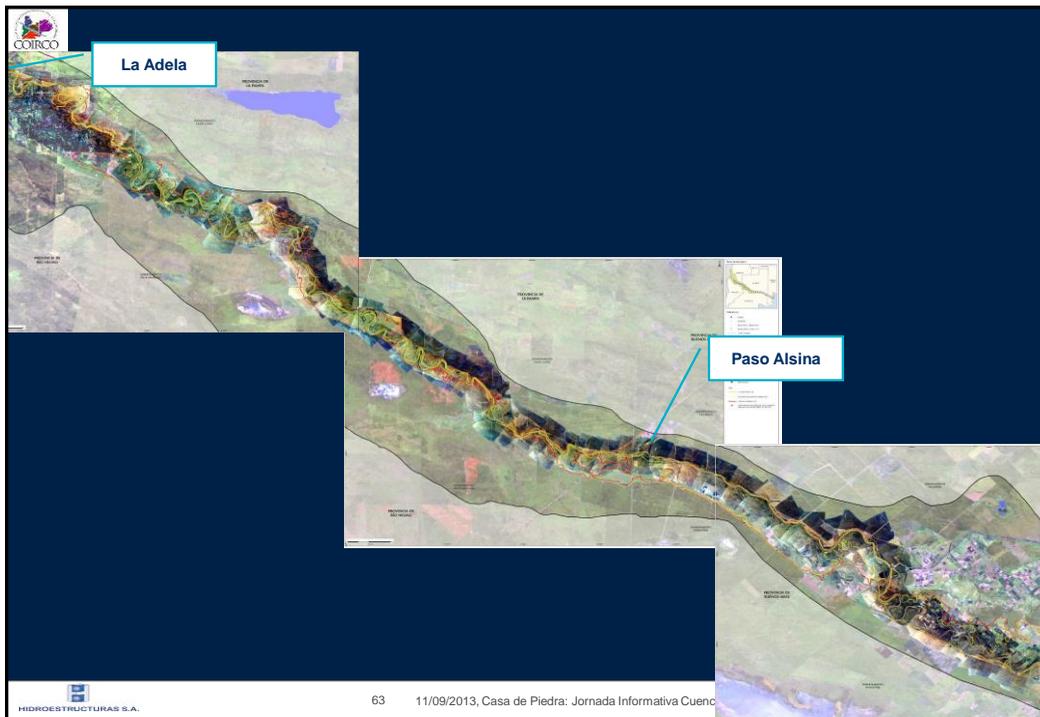
Rincón Chico

Pata Mora

Rincón de los Sauces

HIDROESTRUCTURAS S.A. 62 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado Halcrow

Jornada COIRCO 2013





Elaboración del Plan de Acción de Gestión del Riesgo de Inundaciones (PAGRI)

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 ecohidrológico
		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 - Sistema de Riego en Colonia 25 de Mayo
		A.2	Obra de Captación y Desarenador - Obra de Toma I - Sistema de Riego CORFO
		A.3	Azud de Fondo — Obra de Toma ARSA – Localidad de Río Colorado

Objetivo final del PAGRI: reducir el riesgo hídrico de la población, sus bienes, los sistemas económico-productivos, las infraestructuras, el patrimonio natural y cultural de manera integrada desde COIRCO en conjunto con las diversas jurisdicciones que la conforman



65 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado





GRACIAS






66 11/09/2013, Casa de Piedra: Jornada Informativa Cuenca del Río Colorado

