

INFORME N° 21

DICIEMBRE 2015

Ing. Orlando M. Bande

Contenido – Informe Diciembre 2015

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1.	Objetivos de este estudio	4
1.2.	Conformación de una Unidad Operativa	6
1.3.	Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica.....	6
1.3.1.	Provincia de Salta.....	7
1.3.2.	Provincia de Santiago del Estero	7
1.3.3.	Provincia de Santa Fe	7
1.3.4.	Estaciones de Aforos Existentes	8
1.3.5.	Estaciones de Aforos a Implementar	9
2.	UBICACIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS.....	10
2.1.	Croquis De Ubicación	10
2.2.	Localización de Estaciones Hidrométricas	11
2.3.	Estaciones Automáticas Instaladas	11
2.3.1.	Colonia Dora (B1) – (Azud Nivelador de Colonia Dora).....	11
2.3.2.	Malbrán (B1).....	12
2.3.3.	San Ramon (B1) – (Estación Hidrométrica Límite Interprovincial).....	12
2.3.4.	Tostado RPNº95 (B2).....	12
2.3.5.	Salado RPNº13 (B1)	12
2.3.6.	Paso De Las Piedras (B2) – (RPNº39).....	13
2.4.	Información Hidroclimática (SMN).....	14
2.4.1.	Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Acumulada	14
2.4.2.	Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Anomalía	14
3.	CONTROL DE DATOS DE ALTURAS Y CAUDALES.....	15
3.1.	Río Juramento en El Tunal.....	15
3.1.1.	Ubicación de la Sección de Aforos	15
3.1.2.	Ploteo de Aforos.....	15
3.1.3.	Alturas Hidrométricas	16
3.2.	Río Salado en Canal de Dios	17
3.2.1.	Ubicación de la Sección de Aforos	17
3.2.2.	Ploteo de Aforos.....	18
3.2.3.	Curva de Descarga.....	18
3.2.4.	Gráfico Comparativos de Caudales con El Tunal.....	20
3.2.5.	Alturas Hidrométricas	21
3.3.	Río Salado en El Arenal.....	23
3.3.1.	Ubicación de la Sección de Aforos	23
3.3.2.	Ploteo de Aforos.....	23
3.3.3.	Alturas Hidrométricas	24
3.4.	Dique Nestor Kichner (Figueroa - El Cero)	25
3.4.1.	Ubicación del Dique	25
3.4.2.	Caudales Erogados	25
3.5.	Canal Jume Esquina.....	27
3.5.1.	Ubicación del Canal y el Aforador	27
3.5.2.	Transvase de Caudales al Río Salado.....	29
3.5.3.	Ploteo de aforos – Aforador El Barrialito	30
3.6.	Río Salado en Suncho Corral	30
3.6.1.	Ubicación De La Sección de Aforos	30

3.6.2.	Ploteo de Aforos.....	31
3.6.3.	Alturas Hidrométricas	32
3.7.	Río Salado en RNNº92 – Añatuya.....	32
3.7.1.	Ubicación de la Estación de Aforos	32
3.7.2.	Ploteo de Aforos.....	33
3.7.3.	Alturas Hidrométricas	34
3.8.	Río Salado en Tacón Esquina.....	35
3.8.1.	Ubicación de la Estación.....	35
3.8.2.	Ploteo de Aforos.....	35
3.8.3.	Alturas Hidrométricas	36
3.9.	Río Salado en Pinto.....	37
3.9.1.	Ubicación de la Estación.....	37
3.9.2.	Ploteo de Aforos.....	38
3.9.3.	Alturas Hidrométricas	39
3.10.	Río Salado en Malbrán	40
3.10.1.	Ubicación De La Sección.....	40
3.10.2.	Curva de Descarga.....	41
3.10.3.	Hidrograma.....	41
3.10.4.	Alturas Hidrométricas	42
3.11.	Río Salado Límite Interprovincial en Ea. San Ramón.....	43
3.11.1.	Ubicación de la Estación.....	43
3.11.2.	Ploteo de Aforos.....	44
3.11.3.	Alturas Hidrométricas	44
3.12.	Río Salado en RNNº95 (Tostado).....	45
3.12.1.	Ubicación De La Estación.....	45
3.12.2.	Ploteo de Aforos.....	46
3.12.3.	Alturas Hidrométricas	47
3.13.	Azud Tostado.....	47
3.13.1.	Ubicación del Azud	47
3.13.2.	Caudales Erogados	48
3.13.3.	Curva de Descarga Vertedero Azud	49
3.14.	Río Salado en RNNº39	49
3.14.1.	Ubicación de la Estación.....	49
3.14.2.	Alturas Hidrométricas	51
4.	NIVELES DE EMBALSES	51
4.1.	Embalses de Cabra Corral y El Tunal	51
4.2.	Dique N. Kirchner (ex Figueroa)	52
4.2.1.	Caudales Erogados	52
4.2.2.	Volúmenes En El Embalse	53
4.3.	Azud Colonia Dora (La Niveladora)	53
4.4.	Azud Tostado.....	54
5.	PLANILLA RED BÁSICA HIDROMÉTRICA.....	55

1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de la redacción de cada informe mensual es intentar que sean unitarios en sí mismos, y que la repetición de conceptos vertidos en algunos puntos sirva para que los interesados puedan leerlo como una unidad independiente sin necesidad de recurrir a informes anteriores para su interpretación, salvo para casos especiales o para la búsqueda de algún dato puntual.

1.1. Objetivos de este estudio

- disponer de una red básica de estaciones para realizar mediciones sistemáticas.
- lograr continuidad en la obtención de datos de registros hidrológicos en dicha red.
- sistematizar los datos obtenidos en una única Base de Datos
- realizar el control, análisis y tratamiento de la información

La sistematización consiste en el procesamiento, control y evaluación de los datos de las variables medidas en cada estación hidrométrica a medida que se reciben, y su almacenamiento en la planilla base de datos. Esto permite conocer el comportamiento del río en la cuenca (media e inferior) en todo momento, con datos analizados, en tiempo real o en períodos relativamente cortos, dependiendo del método de observación o medición en cada lugar. Además permite analizar y cuantificar el uso del recurso en diferentes tramos del río monitoreando su aprovechamiento. Se abre así la posibilidad de planificar los diferentes usos del agua, en forma conjunta con los responsables de cada provincia, con el propósito de racionalizar su aprovechamiento en situaciones de estiaje críticas; o de tomar medidas de prevención y control en caso de crecidas.

Es importante destacar que el análisis de la información histórica y la actual, facilitará la implementación de modelos hidrológicos necesarios para la formulación de Programas de Aprovechamiento Múltiple, el Proyecto de Obras Hidráulicas y permitirá avanzar progresivamente hacia la implementación de Modelos de Operación del Sistema de Obras, los que permitirán **definir pautas de**

operación de obras de regulación y control, particularmente para crecidas y estiajes del río.

Mensualmente, se trabaja en el almacenamiento de datos, su procesamiento y control, y además se realizan cambios parciales en el ***Diseño Básico De Red De Medición Hidrométrica Mínima*** conforme van surgiendo necesidades de estudios necesarios para caracterizar el comportamiento del río en tiempo real, usando estaciones que actualmente funcionan adecuadamente, y proponiendo estaciones hidrométricas complementarias que se estiman necesarias para este cometido, tal como se planteó en la Reunión Del Comité Técnico De La Cuenca Del Río Juramento Salado (Punto 1.2).

La configuración actual y los parámetros básicos con que está implementada la red, proporcionan datos de Alturas Hidrométricas, Cotas de Embalses y Caudales Aforados y/o Calculados.

El objetivo posterior será configurar una Red De Estaciones Pluviométricas, de Freatímetros y demás parámetros meteorológicos, dentro del área de estudio, necesarios para el conocimiento del comportamiento hidrológico de la cuenca.

En este Informe, se presenta la tabla de la Red Básica Mínima del Río Juramento – Salado actualizada con los datos disponibles del mes de **Diciembre de 2015**.

Se realiza un análisis de la información de **Caudales, Alturas y Cotas de Embalse**, graficando datos históricos con los del corriente año, destacando el dato correspondiente al mes en que se realiza el informe, e incluyendo un somero análisis e interpretación sobre correlación de los datos, especialmente el del mes en curso.

Se incluyen en este informe, imágenes (Google Earth) de las estaciones hidrométricas, complementadas en algunos casos con fotos, en donde es posible observar la zona de emplazamiento, mientras se van agregando las monografías correspondientes a medida que se van recibiendo.

El informe, incluye gráficas de las Alturas Hidrométricas pertenecientes a la BDI de la SSRHN, correspondientes a las estaciones coincidentes con este estudio.

1.2. Conformación de una Unidad Operativa

En la reunión del Comité Técnico del 30 de octubre de 2014, se estuvo de acuerdo en la conformación de una **Unidad Operativa** que tendría a su cargo el registro de caudales de la cuenca del Río Juramento-Salado, para su integración progresiva a la Base de Datos en proceso de implementación. En este sentido las autoridades hídricas de Salta (telefónicamente) y Santiago del Estero, designaron a sus respectivos Responsables Técnicos en dicha Unidad.

Actualmente, esta Unidad Operativa está creada como “entidad virtual”, aunque no se haya firmado el acta, lo que me permite solicitar información a organismos de las provincias como coordinador de esa Unidad.

Se propuso además, implementar nuevas estaciones y sistematizar observaciones en otras ya instaladas, para optimizar el conocimiento del comportamiento del río y enriquecer la información en la Base de Datos.

En este sentido, sería de mucha utilidad para lograr optimizar la coordinación de los trabajos relativos a la información, que los organismos involucrados en la Red del Pasaje-Juramento-Salado, den aviso o informen a esta Unidad Operativa, previamente al levantamiento o instalación de nuevas estaciones.

Las estaciones propuestas actualmente se detallan más adelante.

1.3. Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica

La planilla Anexa a este informe corresponde a la **Estructura Preliminar De Base De Datos Hidrométrica**, integrada con datos que fue posible recopilar y sistematizar a partir del 1º de enero del 2014 (*Ver COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.pdf*). El término “**preliminar**” significa que aún no fue aprobado su diseño, ya que está previsto analizar y acordar su estructura, con los representantes técnicos ya designados por las provincias de Santiago del Estero y Salta, aunque hasta el presente informe no se ha podido avanzar en este sentido.

Las Estaciones y los parámetros que componen esta estructura actualizada pertenecen a las Provincias de Salta, Santiago del Estero y Santa Fe, y se detallan a continuación en el formato original de la planilla.

1.3.1. Provincia de Salta

SALTA									
CAUDALES DIARIOS				AFOROS		AFOROS		AFOROS	
AES CABRA CORRAL		AES TUNAL		SSRHN TUNAL		SSRHN CANAL DE DIOS (AA)		S. del Agua Salta Tomas de Riego	
Cota Embalse (m)	Q. Erogado (m ³ /s)	Cota Embalse (m)	Q. Erogado (m ³ /s)	H (m)	Q. Aforado (m ³ /s)	H (m)	Q. Aforado y Calculado (m ³ /s)	Sumatoria de Q. Aforados MI (m ³ /s)	Sumatoria de Q. Aforados MD (m ³ /s)

1.3.2. Provincia de Santiago del Estero

SGO. DEL ESTERO											
AFOROS		AFOROS		CAUDALES DIARIOS				AFOROS			
SSRHN EL ARENAL		SSRHN CANAL DE LA PATRIA		SRH S. del Estero DIQUE N. KIRCHNER (EX FIGUEROA)				SRH S. del Estero (Corp. Riego R. Dulce) Canal Jume Esquina (Aforador Barrilito)		SSRHN SUNCHO CORRAL	
H (m)	Q. Aforado (m ³ /s)	H (m)	Q. Aforado (m ³ /s)	Altura Hidrom. Embalse (m)	Canal Gini Q. Erogado (m ³ /s)	Canal S Jorge Q. Erogado MI (m ³ /s)	Vertedero Q. Erogado (m ³ /s)	H (m)	Q. Aforado (m ³ /s)	H (m)	Q. aforado (m ³ /s)

SGO. DEL ESTERO												
AFOROS		AFOROS		ALTURAS			AFOROS		AFOROS		AFOROS	
SRH S. del Estero Azud Melero		SSRHN RPNº92 - AÑATUYA		SSRHN AZUD COLONIA DORA (La Niveladora)			S del A MASP y MA TACÓN ESQUINA		SSRHN PINTO		S del A MASP y MA MALBRAN	
Canal El Sauce Q. Erogado (m ³ /s)	Canal Melero Q. Erogado (m ³ /s)	H (m)	Q. aforado (m ³ /s)	Cota (9 hs) Embalse (m)	Cota (9hs) A. Abajo (m)	Altura 200 m A. Abajo (sensor)	H (m)	Q. aforado (m ³ /s)	H (m)	Q. aforado (m ³ /s)	H (m)	Q. aforado y calculado (m ³ /s)

1.3.3. Provincia de Santa Fe

SANTA FE												
AFOROS		CAUDALES DIARIOS			CAUDALES DIARIOS		AFOROS		AFOROS		AFOROS	
S del A MASP/MA LIMITE INTERPROVINCIAL		SRT Bombeo Acueducto	Coop de A Potable Tostado Acueducto	MASPyMA Canal de Bombeo RP 91 S	MASPyMA AZUD TOSTADO		SSRHN TOSTADO - RNNº95		MASPyMA RPNº13		MASPyMA RPNº39	
H (m)	Q. aforado (m ³ /s)	Q. Bombeo (m ³ /s)	Q. Bombeo (m ³ /s)	Q. Bombeo (m ³ /s)	Cota Embalse (m)	Q. Erogado (m ³ /s)	H (m) Obs	Q. aforado (m ³ /s)	H (m)	Q. aforado (m ³ /s)	H (m)	Q. aforado (m ³ /s)

Con respecto al análisis de la información, y en el contexto de verificar lo que se ingresa numéricamente a la Base de Datos, incluyo gráficos que nos muestran tendencias, variaciones, errores, y nos permiten analizar también las características de una Estación Hidrométrica, sus aciertos o defectos para cuantificar el parámetro que está midiendo. Los Gráficos permiten “ver” el dato en un contexto histórico y evaluarlo desde este punto de vista.

Este seguimiento periódico permite que los valores grabados sean los correctos, detectando errores o anomalías en forma inmediata, facilitando su corrección o

verificación por el organismo que lo generó. El término inmediato corresponde al tiempo transcurrido desde que se recibe la información hasta que se la analiza.

Reitero la necesidad de contar con monografías y estudios de Curvas de Descarga en donde los hubiera, para optimizar el desarrollo y mejorar el resultado de este trabajo; los mismos son necesarios para facilitar el control de datos de aforos, y de variaciones temporales en cada sección provocadas por cambios de lugar, cambios en las escalas hidrométricas, procesos erosivos, etc.

Hasta tanto se vaya recopilando la información de otras secciones de control identificadas en la Base de Datos, continuamos con la carga de datos disponibles en las Estaciones de Aforos localizadas en la Cuenca Media del Río Juramento – Salado, en su cauce principal:

1.3.4. Estaciones de Aforos Existentes

Las Principales Estaciones actuales son:

Nº	Estación	Provincia	Parámetro
1	Tunal (SSRHN)	Salta	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
2	Canal De Dios (SSRHN) Límite Interprovincial	Salta	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
3	El Arenal (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
4	Suncho Corral (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
5	RPNº92 - Añatuya (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
6	Tacón Esquina (MASP Y MA)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
7	Pinto (SSRHN)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
8	Malbrán (MASP y MA)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Afo. Y Calc. (M3/S)
9	Límite Interprovincial San Ramón (MASP Y MA)	S. Del Estero	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
10	Tostado – RN 95 (SSRHN)	Santa Fe	H (M) Y Q. Aforados (M3/S)
11	RPNº39	Santa Fe	H (M) Y Q. Afo. y Calc. (M3/S)

Por el momento, la estación de Tacón Esquina (Nº6), Malbrán (Nº8) y Ea. San Ramón (Nº9) no son estaciones de aforos sistemáticas.

En este informe, continúo con el análisis de los aforos, comparando los datos históricos con los del 2014 y 2015 (Fuente Base de Datos Hidrológica Integrada – SSRHN, APRH de S del Estero, MASP y MA Santa Fe), y análisis limnigráficos de estaciones hidrométricas y de embalses, detectando anomalías en algunos casos o sugiriendo controles en otros.

1.3.5. Estaciones de Aforos a Implementar

De acuerdo a lo analizado y propuesto en la reunión del Comité Técnico realizada en Santa Fe a fines de Octubre de 2014, dichas estaciones serían:

1. *Río Salado en Canal de Dios **(está funcionando)***
2. *Río Salado en Santo Domingo*
3. *Río Salado en Santos Lugares*
4. *Río Salado en Canal de la Patria (el caudal del Horcones se estimará por diferencia)*
5. *Arranque del Canal Gini*
6. *Canal Gini en Ruta 5*
7. *Río Salado (cárcava) en Ruta 5*
8. *Canal Jume Esquina / La Guardia en Barrialito*
9. *Río Salado en Suncho Corral **(está funcionando)***
10. *Río Salado en Añatuya-Ruta 92 (con ajuste por efecto remanso) (Melero y Sauce por diferencia) **(está funcionando)***
11. *Río Salado en Malbrán **(está funcionando)***
12. *Río Salado en Pinto (para estimar las pérdidas en el bañado Navicha) **(está funcionando)***

Nota: a mi criterio, se deberán agregar aforos para evaluar caudales en la **Tomas De Riego de M. Izquierda y Derecha de Salta**, en el tramo comprendido entre El Tunal y la sección del Río Salado en Canal de Dios. La SSRHN afora por intermedio de Evarsa los siguientes canales en esa zona:

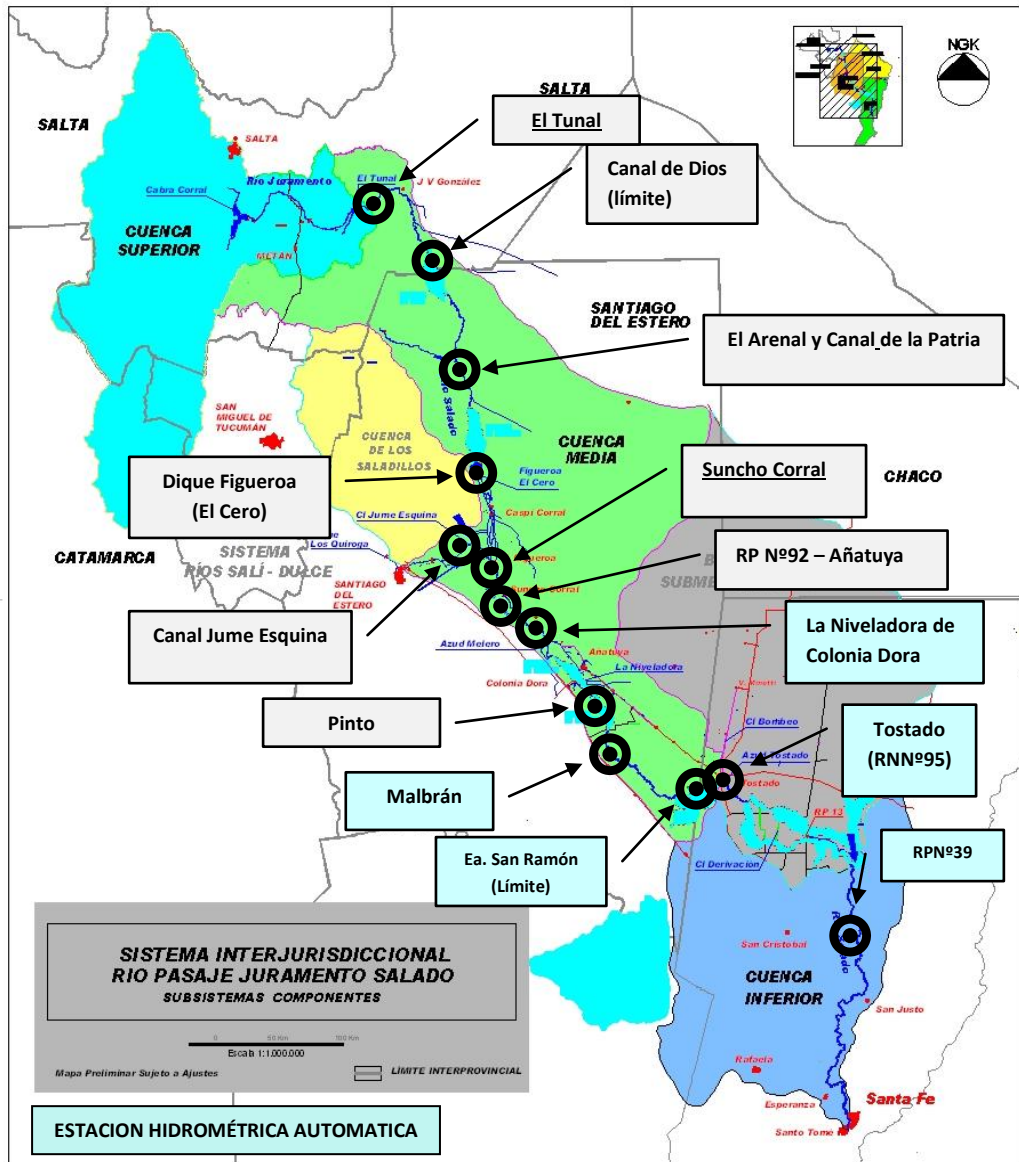
- Canal Finca Agropecuaria
- Canal Liag
- Canal Macapillo
- Canal de Dios

Información que se recibe sistemáticamente.

Además, desde fines del 2014, se reciben datos en forma **no sistemática** del Canal Gini y de caudales erogados por el embalse del **Dique Figueroa**.

2. **UBICACIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS**

2.1. **Croquis De Ubicación**



2.2. Localización de Estaciones Hidrométricas

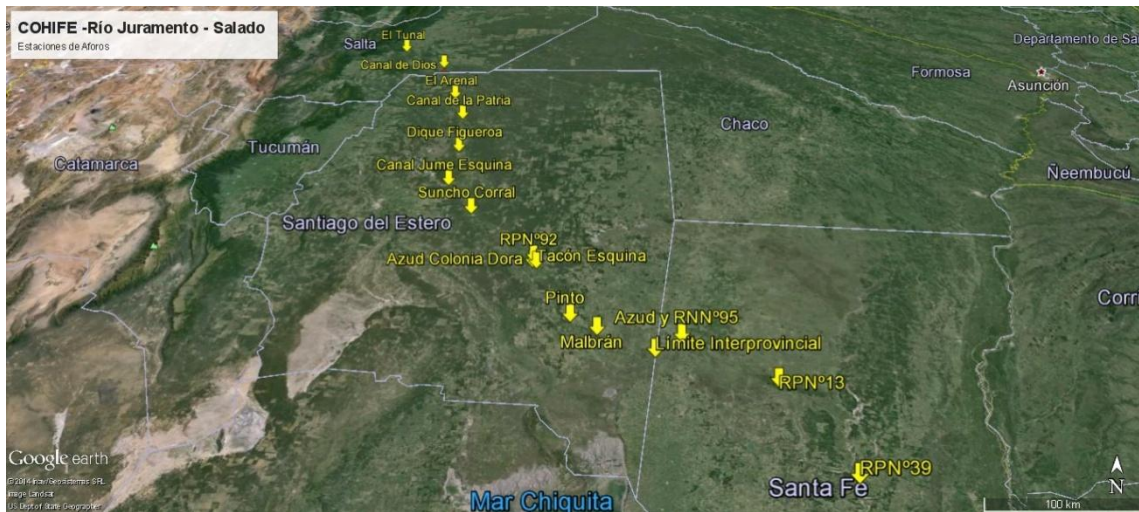


IMAGEN SATELITAL GOOGLE

2.3. Estaciones Automáticas Instaladas

Se incluyen en los informes, datos de estaciones con sensores remotos que transmiten en tiempo real por la Red Orbcomm, pertenecientes al MASPMyMA.

La descripción de cada Estación y su clasificación en base al sensor la realicé en el informe N° 5 de Agosto de 2014.

Recordamos las estaciones comprendidas en este sistema, desde aguas arriba hacia aguas abajo:

2.3.1. Colonia Dora (B1) – (Azud Nivelador de Colonia Dora)

En esta estación se instalaron 3 sensores, un sensor de precipitación y dos (2) sensores de nivel, uno ubicado en el cuenco para medir el nivel del embalse y otro en una sección del cauce situada unos **200 m aguas abajo de la presa**, donde se encuentra instalada una escala hidrométrica que también lee el observador desde el 01 de Febrero de 2015, y en donde se han realizado algunos aforos (no sistemáticos).

De esta estación, se recibe información de los sensores por la red Orbcomm desde el **27/11/2014**.

A partir de Marzo de 2015, se levantaron las observaciones hidrométricas tanto del embalse como en pie de presa (“Ala Vertedero”).

En resumen, esta sección quedó implementada con 3 lecturas hidrométricas, 1 en el embalse (sensor), y 2 a 200m aguas abajo (observador y sensor). Se complementa con un sensor de precipitación.

2.3.2. Malbrán (B1)

Corresponde a datos de alturas hidrométrica del **Río Salado en el Puente El Chañar sobre la RPNº43 Malbrán – Bandera** localizada en la Provincia de Santiago del Estero; se recibe información desde 08/08/2014, con interrupciones que bajan el Índice de Disponibilidad aproximadamente al **50%**.

Dado que no registra valores en horarios fijos, se toman como referentes los más próximos a las 09:00 hs (OMM). **(Ver Punto 3.10).**

2.3.3. San Ramon (B1) – (Estación Hidrométrica Límite Interprovincial)

Corresponde a datos de alturas hidrométricas del Río Salado en Ea. San Ramón, en el límite interprovincial Sgo. Del Estero – Santa Fe. **Considero que la información es buena con pocas interrupciones.** Esta estación está provista con un sensor de presión, y se la está implementando como Estación de Aforos Sistemática, que servirá para cuantificar el caudal que ingresa a la Provincia de Santa Fe. Se recibe la información sistemática desde el 24/09/14 por la Red Orbcomm. (Ver punto 3.11).

2.3.4. Tostado RPNº95 (B2)

Corresponde a datos de Alturas Hidrométricas del Río Salado en el puente sobre la RNNº95 en la ciudad de Tostado, Provincia de Santa Fe. Está provista de dos sensores, uno de presión y otro para medir Oxígeno Disuelto.

Si bien **esta sección posee observador**, a partir del **04 de Agosto de 2014** se reciben datos de la estación automática en tiempo real, controlándose los datos de ambos registros. **(Ver Punto 3.12)**

2.3.5. Salado RPNº13 (B1)

Corresponde a alturas hidrométricas del canal Arroyo Saladillo en la RP Nº13, en la Provincia de Santa Fe y se reciben datos desde el 07/08/2014.

El sensor se ubica sobre el canal Arroyo Saladillo, que además de captar los excedentes de su cuenca, capta los desbordes que produce el Salado, en su intersección con la RPNº13, hacia el sur (5 km), y que son de gran magnitud, comparado con los caudales que van sobre el cauce propio del Río Salado.

La información de este sensor se toma como control mientras se implementa sobre el cauce principal del Río Salado.

Lamentablemente este sensor, de difícil acceso, tiene problemas y transmite siempre el mismo valor (-0,10) o esta "Off" desde Agosto de 2014. De todos modos, el personal técnico del MASPyMA está buscando solucionar este problema.



Ubicación del sensor sobre la Ruta Provincial N° 13

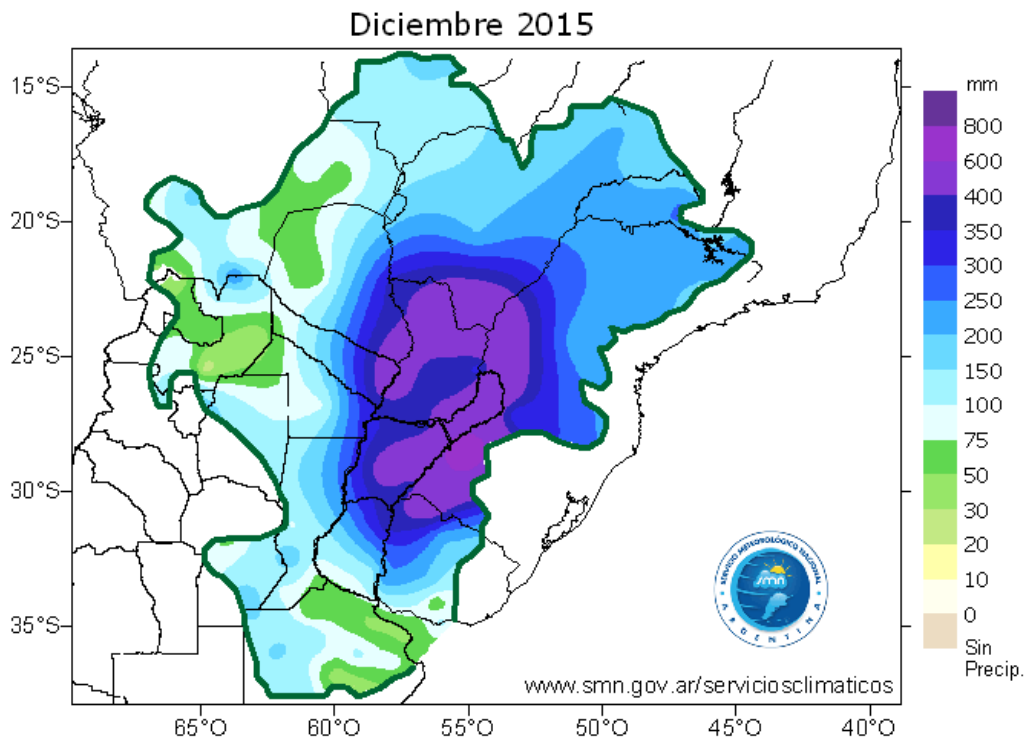
2.3.6. Paso De Las Piedras (B2) – (RPNº39)

Corresponde al **Río Salado en RPNº39**, Provincia de Santa Fe y se recibe **información del sensor desde el 06/08/2014**.

Los datos de alturas hidrométricas grabados en la Planilla de la Base de Datos corresponden a valores registrados a las 09:00hs o el valor registrado más cercano a dicha hora. El sensor mide Alturas Hidrométricas y Oxígeno Disuelto.

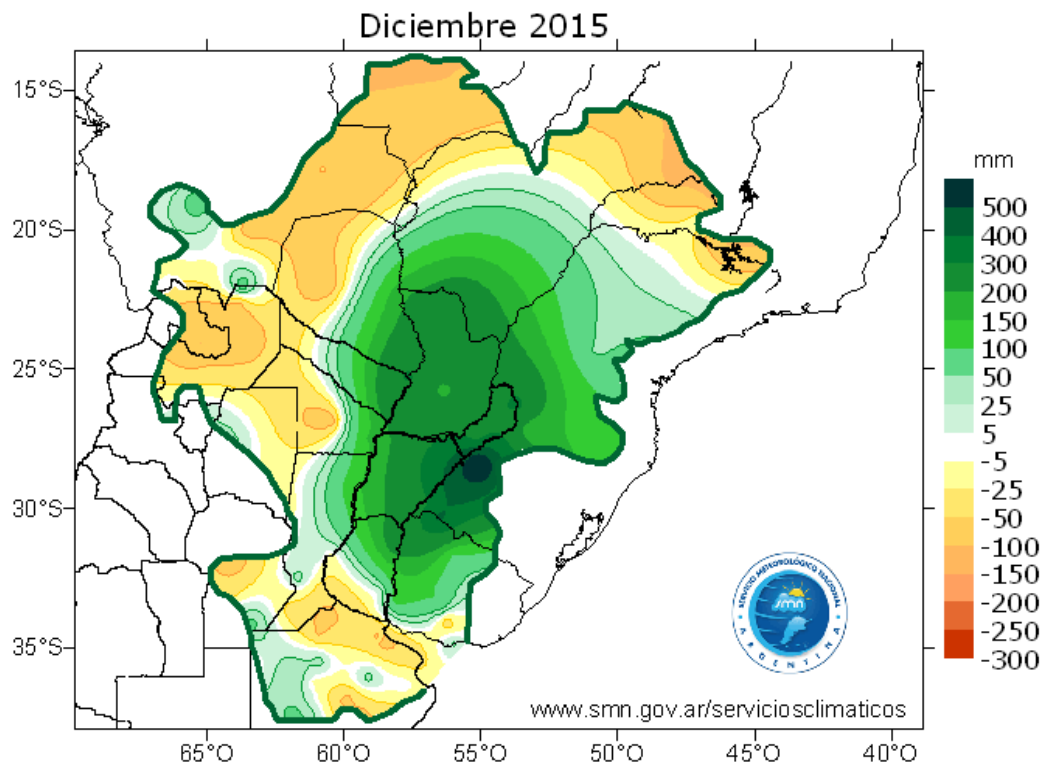
2.4. Información Hidroclimática (SMN)

2.4.1. Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Acumulada



Información perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional

2.4.2. Precipitación Observada/Registrada en la Cuenca del Plata: Anomalía



Información perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional

3. CONTROL DE DATOS DE ALTURAS Y CAUDALES

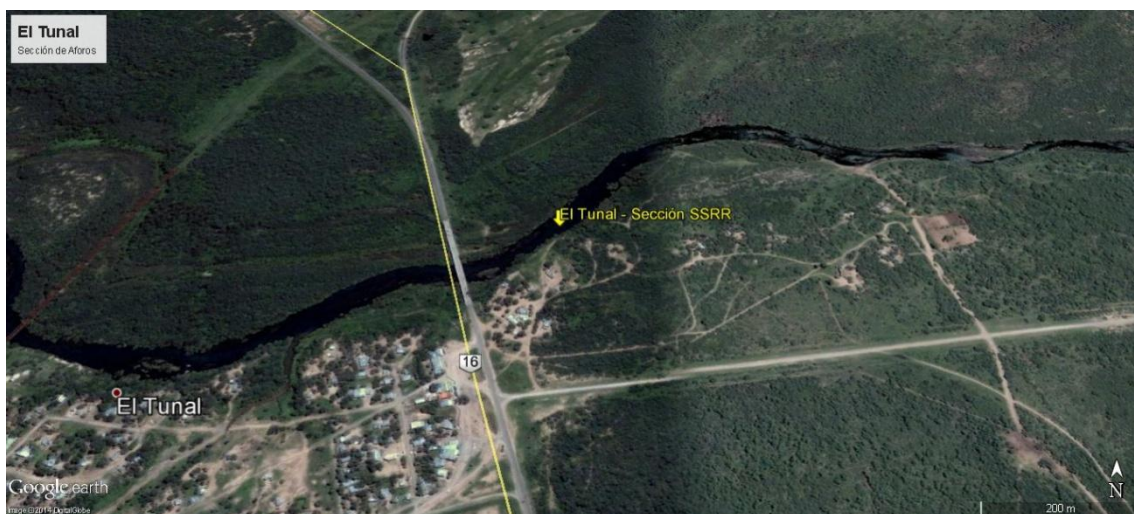
3.1. Río Juramento en El Tunal

3.1.1. Ubicación de la Sección de Aforos

La sección de aforos se encuentra en las coordenadas 25°14'58.30"S - 64°23'24.15"O, a 180 m aguas abajo del puente de la RNN°16.

Los aforos se realizan en forma sistemática mediante el sistema de cable-vagoneta (Imagen Google Earth Pro).

El día 19/03/2008, se produjo una crecida importante, con una altura de 1.57 m y un caudal aforado de 167 m³/s que produjo un corrimiento en la correlación de datos, posiblemente por una variación en el lecho del río.



Sección de aforos sistemática del Río Juramento en El Tunal. Se utiliza el sistema de Cable – Vagoneta

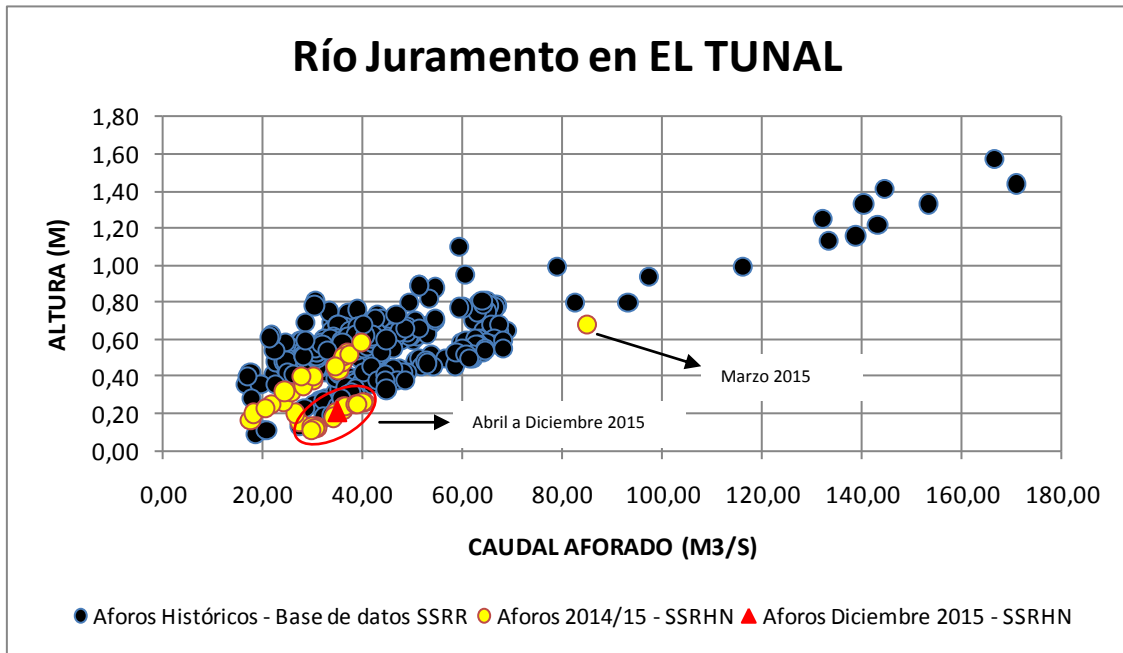
3.1.2. Ploteo de Aforos

El aforo del 22 de marzo de 2015, con $H= 0.68\text{m}$ y $Q=84.88\text{m}^3/\text{s}$ es el mayor aforado desde el comienzo de este estudio. Los aforos **de Abril a Diciembre de 2015** se sitúan por debajo de la tendencia de la nube de puntos, situación similar a la del 2008.

Según personal técnico responsable de las mediciones en esa zona, aparentemente hubo modificaciones en el lecho, lo que se verificó con los aforos realizados desde Abril de 2015.

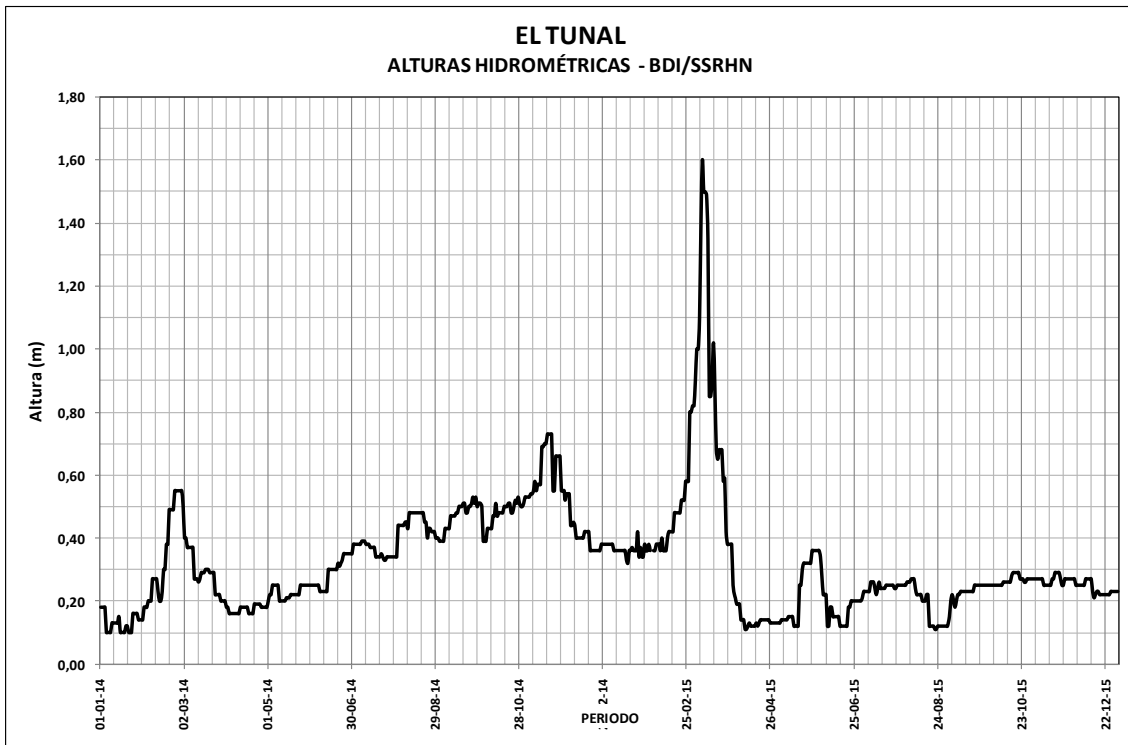
Como en los informes anteriores, insisto en la necesidad de contar con una curva Altura-Área, extraída de un perfil topo batimétrico, con relevamientos realizados al menos una vez al año coincidente con estiajes, para seguir las variaciones del cauce y valle de inundación en el tiempo y controlar las áreas aforadas con esta curva.

Se grafican a continuación todos los aforos de la serie.



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 1998/2013. En amarillo los aforos del año 2014/15. En rojo los aforos de Diciembre de 2015.

3.1.3. Alturas Hidrométricas



Los datos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 01/01/2014 al 31/12/2015.

Se presentan en esta gráfica las alturas hidrométricas extraídas de la Base de Datos de la SSRHN, y las aportadas por Evarsa NOA, desde el 1 de enero de 2014 al 31 de Diciembre de 2015. De las 3 lecturas diarias, presento el dato de las 9 hs para nuestra planilla.

3.2. Río Salado en Canal de Dios

3.2.1. Ubicación de la Sección de Aforos

- Entrada Actual Del Canal Y Sección De Aforos Del Canal De Dios



*Ubicación de la sección de aforos sobre el Canal de Dios y el Hidrómetro sobre el Río Salado.
25°36'38.72\"/>*

- Sección De Aforos Del Río Salado En Canal De Dios

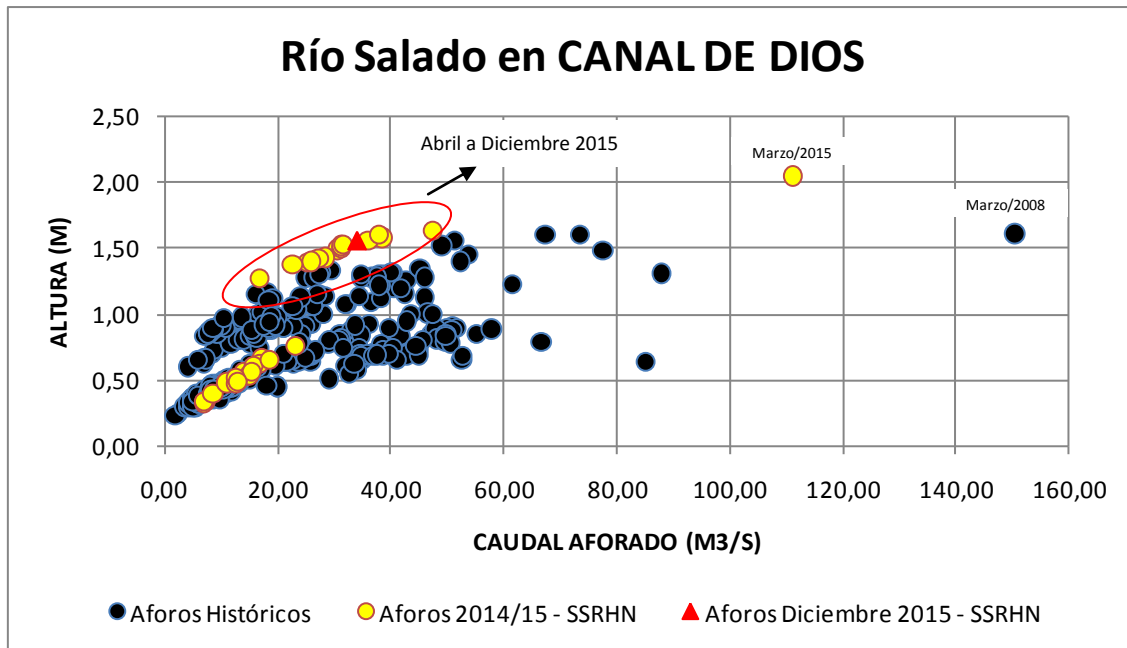


*En rojo, sección de aforos sobre el Río Salado. En azul, Canal de Dios
Ubicación: 25°37'40.05\"/>*

La sección de aforos sistemática del Río Salado en Canal de Dios está ubicada aguas abajo de la entrada al Canal de Dios, pertenece a la Provincia de Salta y está ubicada a unos 13 km por el río antes de llegar al límite con Santiago del Estero.

La ubicación del hidrómetro del Río Salado, cuyas lecturas corresponden a los aforos realizados, se encuentra 2.150 m aguas arriba de la sección actual de aforos, a la altura de la sección de aforos sobre el Canal.

3.2.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 1998/2013. En amarillo aforos del período 2014/15. En rojo el aforo de Diciembre 2015

Los aforos realizados después de la crecida de marzo de 2015, se sitúan por encima de la tendencia de los aforos 2014/15, revelando, desde este análisis, posibles cambios en el cauce.

Recordamos que el aforo realizado el **23 de Marzo de 2015**, con $H=2.05\text{m}$ y $111,155\text{ m}^3/\text{s}$ es el aforo con mayor altura registrado en la serie histórica, y el aforo del **20 de Marzo de 2008**, con $H=1,61\text{m}$ y $Q=150,34\text{m}^3/\text{s}$ es el aforo con mayor caudal aforado en la serie histórica.

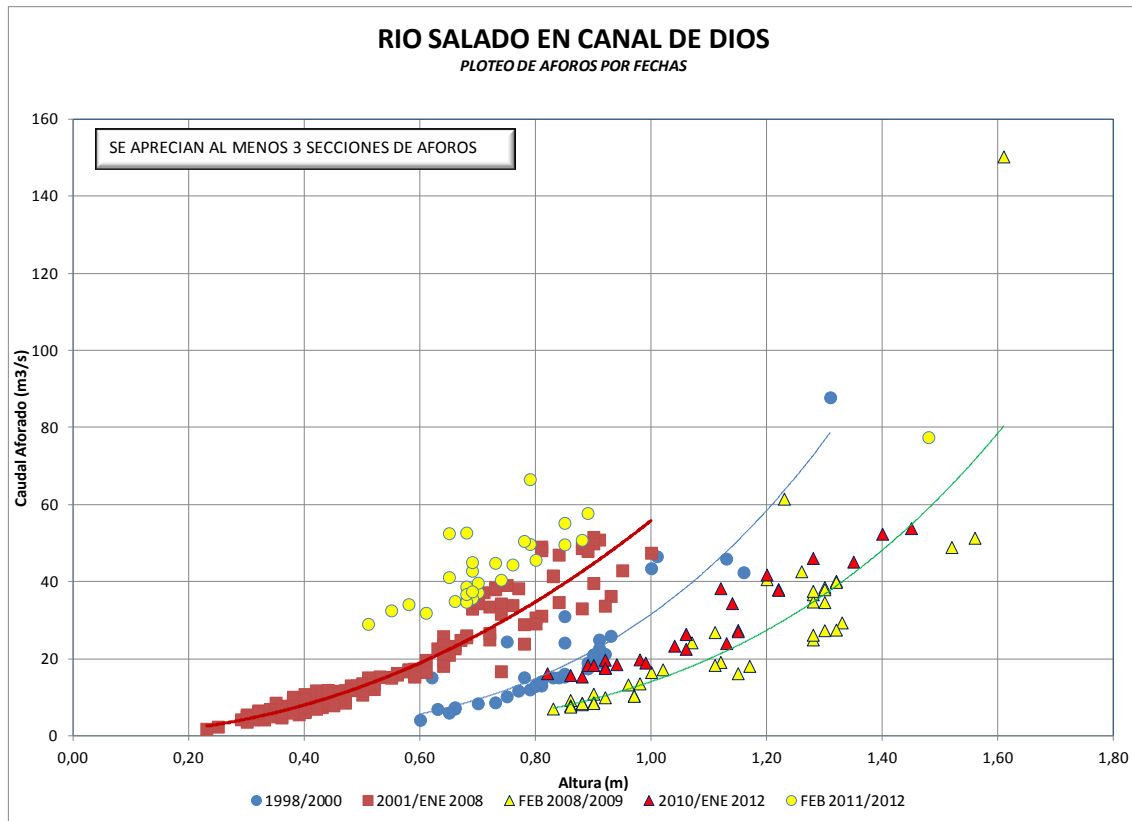
3.2.3. Curva de Descarga

Con el objeto de calcular una **Curva de Descarga** que permita estimar los caudales que ingresan a la Provincia de Santiago del Estero, solicitada en la reunión del COHIFE, realicé un análisis de los aforos históricos, agrupándolos por fechas.

El estudio lo realicé en base a 354 aforos históricos sobre el Río Salado en la estación Canal de Dios, desde el 21/10/1998 hasta el 17/11/2012, agrupándolos por fechas para detectar los cambios.

En la gráfica siguiente, se detectan al menos 3 variantes históricas que ha sufrido en el tiempo, posiblemente debido a los procesos de erosión o sedimentación, el cambio de

lugar de las mediciones o variaciones en el ingreso de aguas por el Canal de Dios. Debería constar en una monografía de la sección.



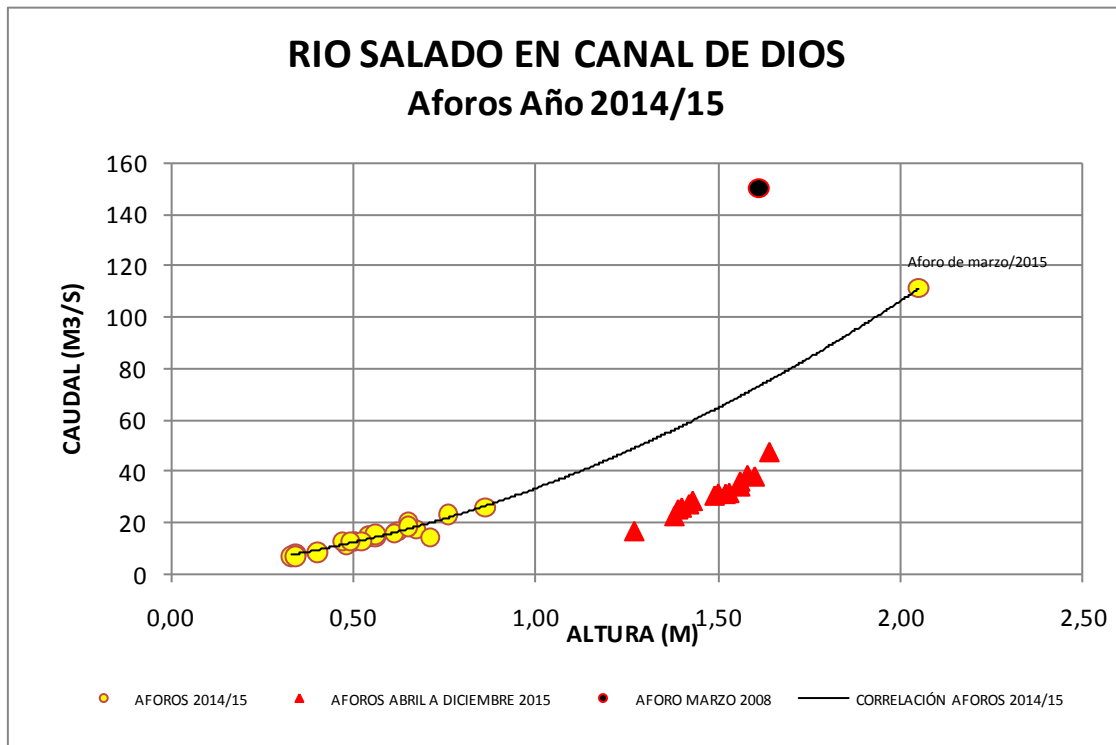
Esto motiva la imposibilidad de tener una curva única histórica, debiendo analizarse por períodos.

Teniendo en cuenta esta variabilidad temporal realicé un cálculo de la **Curva de Descarga del Río Salado para el año 2014/15**, con datos controlados desde el comienzo de los informes para el COHIFE.

Los datos calculados **hasta Febrero 2015**, son válidos dado el rango de alturas transformadas en caudal. Estos datos deben ser tomados con criterio hidrológico y con reservas, validándola para el período en estudio y para el rango de valores.

La magnitud del aforo de **Marzo de 2015** hace replantear la curva dadas las características de esta sección, cuyo comportamiento en el tiempo analicé en el punto anterior, por lo que los caudales posteriores al mes de marzo de 2015 no han sido calculados y no figurarán en la Planilla De La Base De Datos del mes en curso, hasta tener la información del comportamiento de los caudales conforme bajen los niveles, y poder comparar perfiles topobatimétricos en forma sistemática.

Este comportamiento se va viendo reflejado en la gráfica siguiente, con datos de alturas y caudales solamente del período 2014/15.



Ploteo de Aforos del año 2014/15. Con triángulo rojo los aforos de Abril a Diciembre 2015. Se presenta el aforo de Marzo 2008 como dato comparativo.

3.2.4. Gráfico Comparativos de Caudales con El Tunal

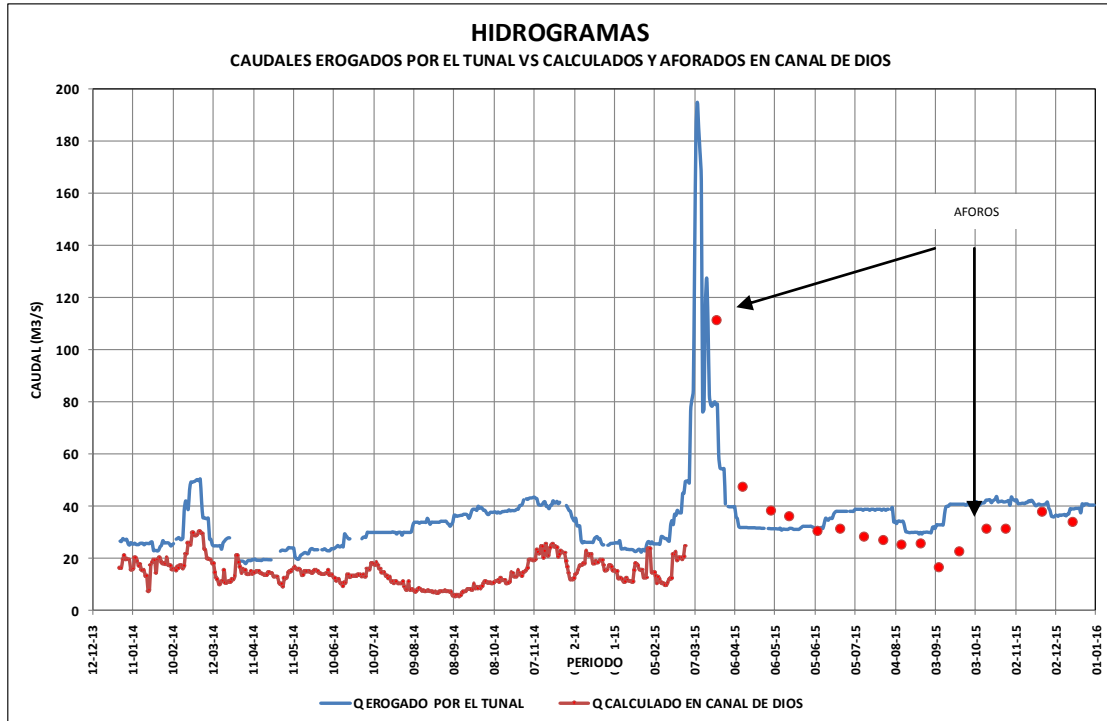
Se presenta a continuación los hidrogramas correspondientes a Caudales Erogados por El Tunal y los caudales calculados (aforos desde marzo 2015) en la sección del Río Salado en Canal de Dios.

Las variaciones de caudales son de referencia y debe ser tomado como dato ilustrativo, ya que la diferencia entre ambas secciones corresponden a pérdidas en el tramo (infiltración, evaporación, etc.), las extracciones para riego y la propia erogación por el Canal de Dios, cuya toma está ubicada aguas arriba de la sección de aforos del Río Salado. Entre ambas secciones existen **150 km** aproximadamente por el cauce del río.

El caudal erogado por El Tunal durante el mes de marzo de 2015, con 195,11 m³/s el día 9, es el de mayor magnitud desde el comienzo de este informe (enero/2014).

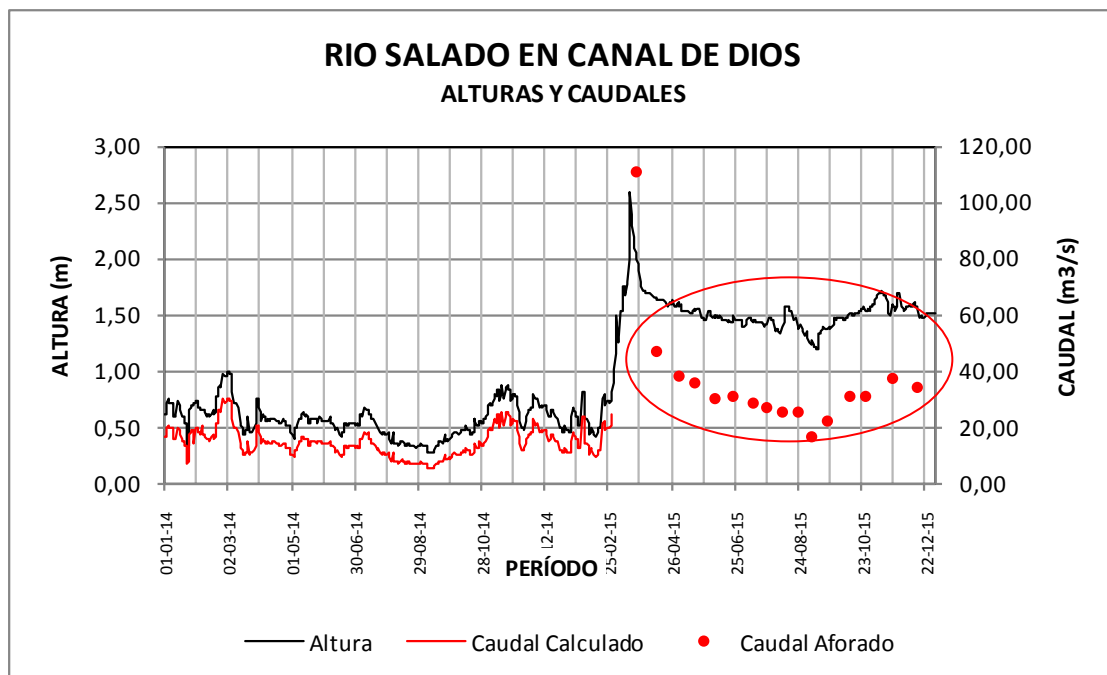
A partir de Abril de 2015 se normaliza la erogación con un promedio de 34 a 38 m³/s.

Nota: Al cierre de este informe, si bien ingresaban caudales superiores a los 100m³/s, la erogación era controlada con caudales aproximados a los 50m³/s. La situación y la información se reflejarán en el informe de Enero/2015.



Los datos de caudales del Tunal corresponden a AES (Q Erogado) hasta el 31/12/2015. Los datos de caudales del Río Salado en C. de Dios fueron calculados por curva de descarga, no calculándose a partir de Marzo 2015 por las razones detalladas (Pto. 3.2.3.) pero se incluyen los valores aforados en esos meses.

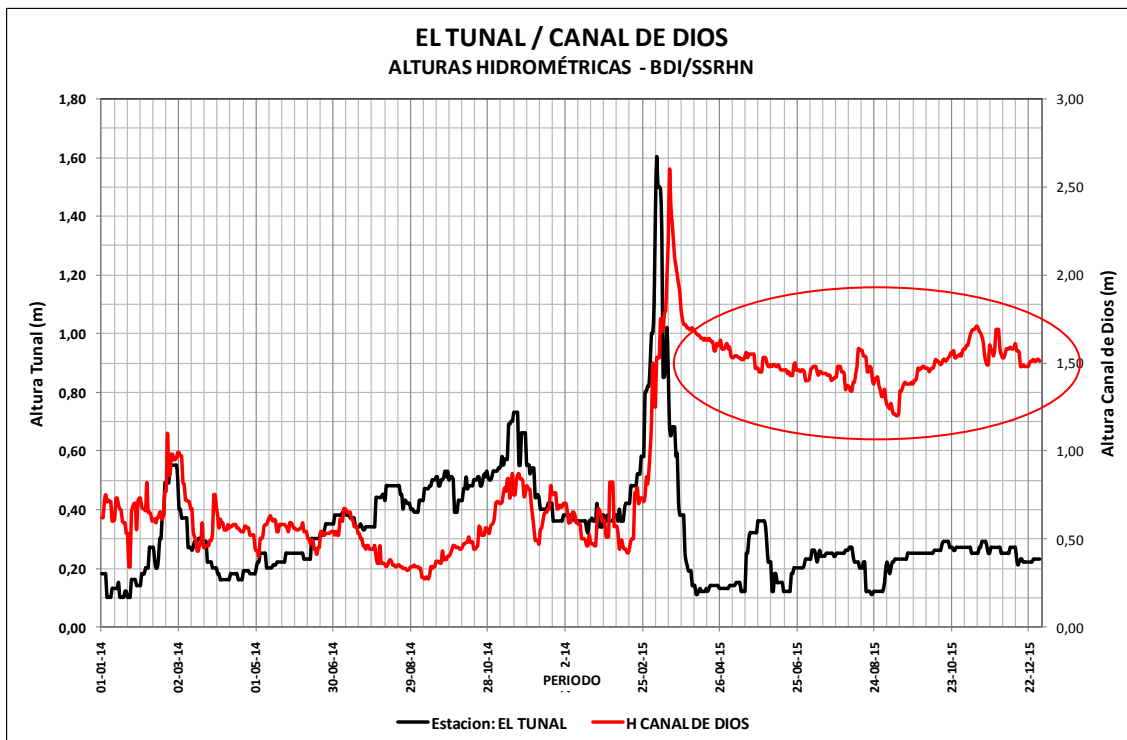
3.2.5. Alturas Hidrométricas



Alturas Hidrométricas y caudales pertenecientes a la BDI de la SSRHN – Período 01/01/2014 – 31/12/2015
Se incluye el aforo de Diciembre de 2015

Como complemento a la gráfica de los aforos 2014/15 (Pto. 3.2.3.), presento las alturas hidrométricas del Río Salado en Canal de Dios, con los caudales calculados y aforados (desde marzo 2015), donde se aprecian las distintas tendencias de bajante, las de alturas y las de caudales, **reflejando la anomalía en la correlación a partir de marzo de 2015.**

Esta anomalía también se ve reflejada cuando graficamos las alturas hidrométricas de ambas secciones



Como podemos ver, los valores comparativos de caudales son coherentes entre ambas secciones, pero las alturas deben haber sufrido una modificación que deberá ser detectada por el aforador o el observador hidrométrico, especialmente a partir del 18 de marzo de 2015.

En estos casos se deberá verificar la cota del cero de la escala y la superposición de los tramos.

Nota: recomiendo normalizar y unificar las lecturas hidrométricas entre la SSRHN y la APRH de S. del Estero.

3.3. Río Salado en El Arenal

3.3.1. Ubicación de la Sección de Aforos



Secciones de Aforos en El Arenal (Santo Domingo)

Los técnicos de la SRH de Sgo. Del Estero, realizan algunos aforos de control en la sección de Santo Domingo, pero la sección sistemática (SSRH) está ubicada unos 20 km aguas abajo, sección que **capta el caudal del Río Horcones, ubicada en coordenadas 26°19'2.31"S - 63°45'40.55"O.**

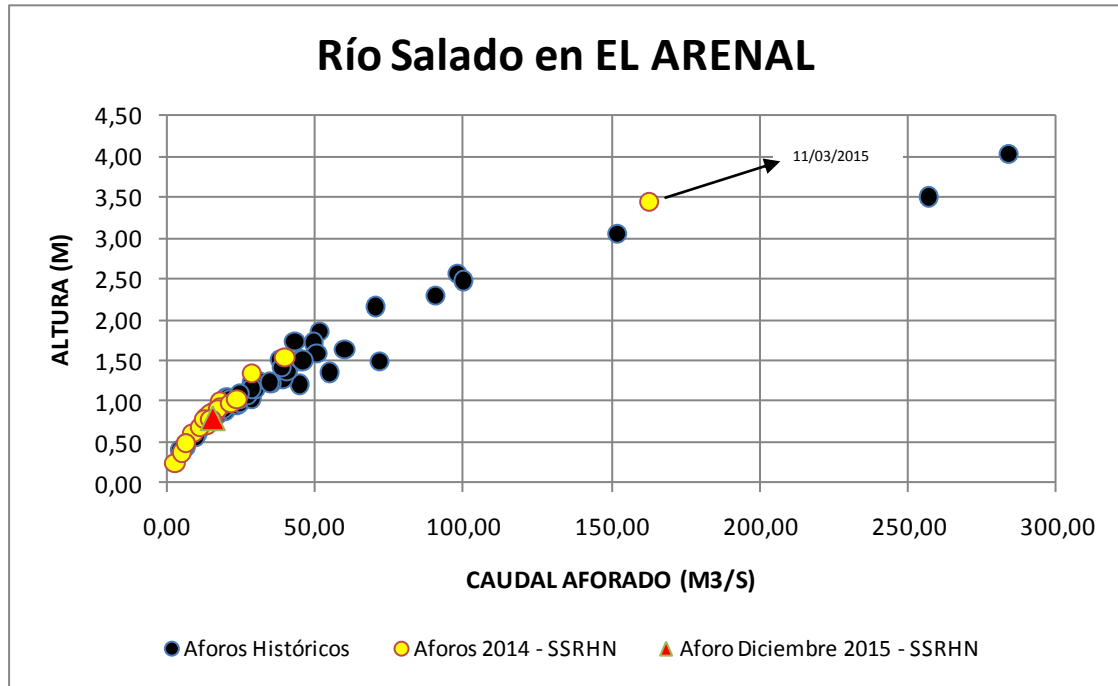
De acuerdo a lo previsto en reuniones del COHIFE, las mediciones en esta zona se van a sistematizar, proponiéndose la realización de aforos en forma permanente en Santo Domingo, **aguas arriba de la desembocadura del río Horcones en el Salado**, porque es un sitio accesible y en el que la sección del río es estable

3.3.2. Ploteo de Aforos

Como vemos en la gráfica siguiente, existe buena correlación de datos, manteniéndose la tendencia sin dispersión para caudales cercanos a los 300 m³/s.

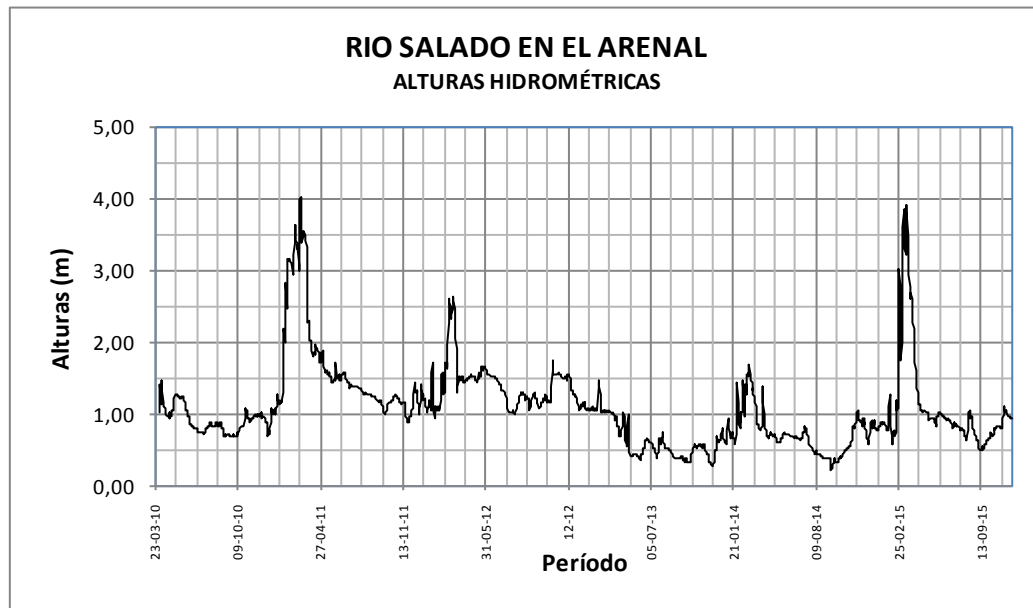
El aforo de marzo del 11/03/2015, con H=3,45m y Q= 162,849 m³/s, al igual que los aforos en las secciones de aguas arriba, es el de mayor magnitud aforado desde el comienzo de estos informes.

El aforo de **Diciembre de 2015** se ubica en la tendencia normal de los aforos para esa altura y en el período 2014/15, lo que hace suponer que la sección de aforos no ha sufrido procesos erosivos aparentes.



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2010/2013. En amarillo aforos período 2014/15. En rojo el aforo de Diciembre de 2015.

3.3.3. Alturas Hidrométricas



Alturas Hidrométricas pertenecientes a la BDI de la SSRHN – Período 01/04/2010 – 30/11/2015

No hay nuevas actualizaciones en la BDI de la SSRHN al momento de la confección de este informe.

3.4. Dique Nestor Kichner (Figueroa - El Cero)

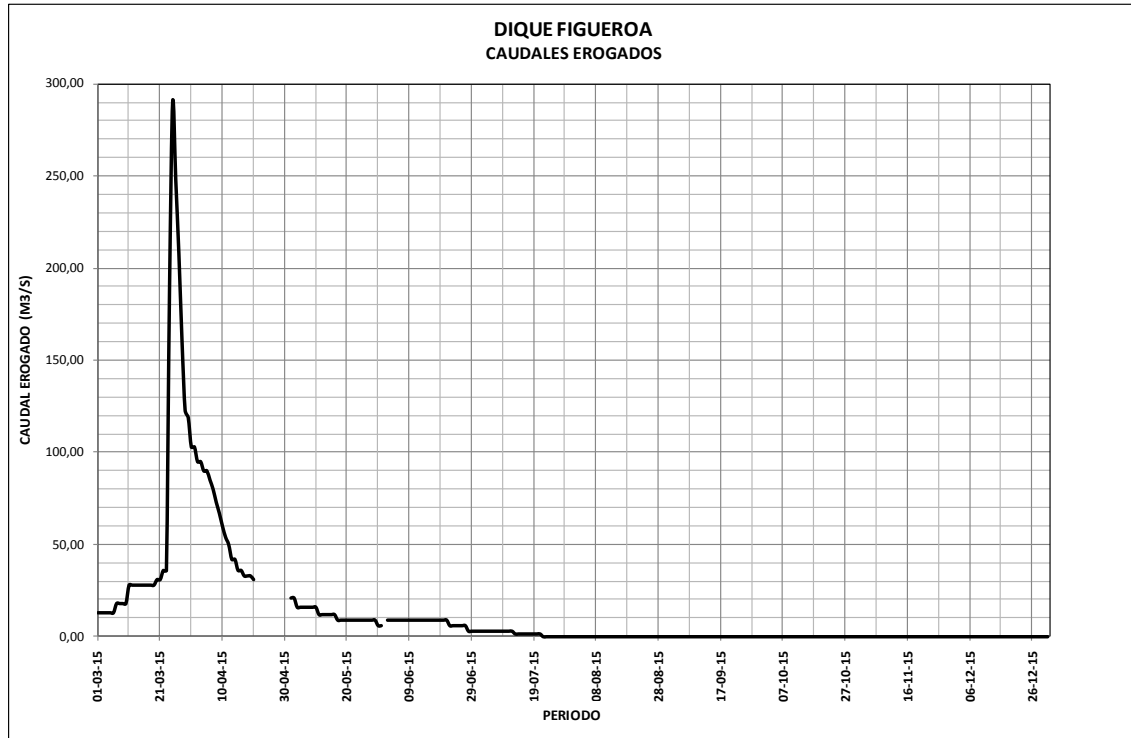
3.4.1. Ubicación del Dique



Está ubicado en el Departamento Figueroa, área central de Santiago del Estero y reemplaza, desde su construcción en el 2011, los embalses Figueroa y El Cero.

Su ubicación corresponde a las coordenadas 27° 7'11.29"S - 63°37'39.08"O

3.4.2. Caudales Erogados



Caudal erogado por vertedero. Período 01/03/2015 – 31/12/2015

La APRH de Santiago del Estero envía datos de caudales erogados por vertedero del Dique y se graban en la Planilla de Datos.

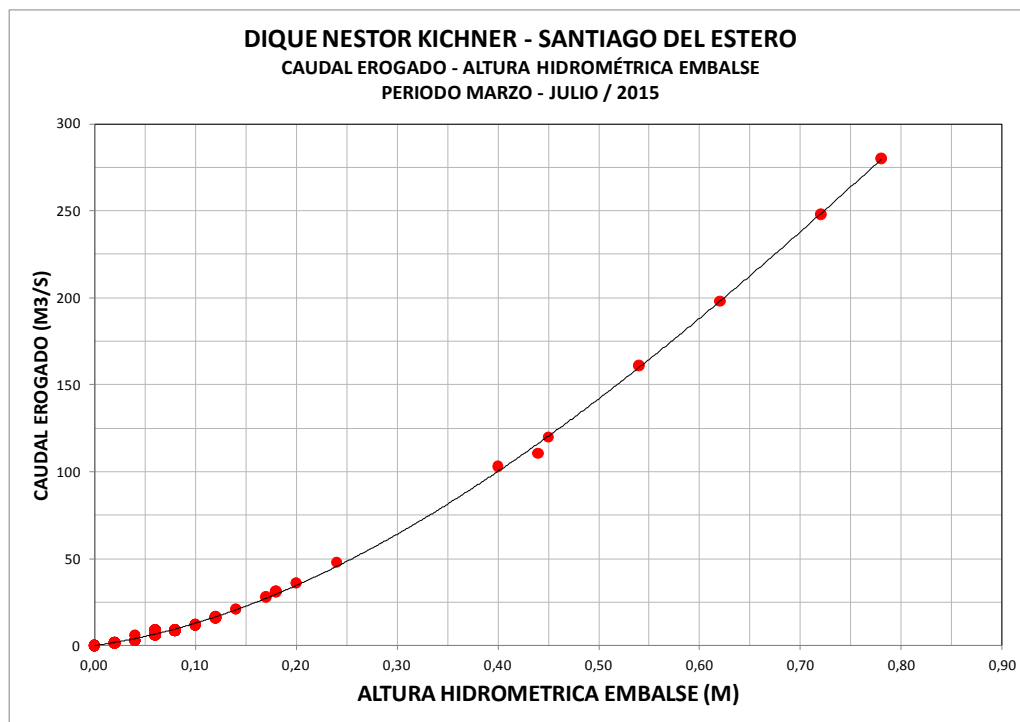
También envía datos de volúmenes de embalse, que son importantes ya que el Dique eroga por vertedero a partir de **37 Hm³**.

Durante el mes de Diciembre de 2015, la información recibida fue que el embalse se mantuvo en 35 Hm³, por lo que se adoptan 0,00 m³/s de erogación por vertedero para este mes, **pero de acuerdo a lo que me informan, a partir del 14 de enero de 2016 el vertedero comenzó a erogar 12 m³/s sumados a los 15 m³/s del canal Gini.**

Cabe destacar que los caudales del Canal Gini forman parte de la descarga del Dique por el sistema de compuertas que se ven en la foto anterior, correspondiendo a **Canal Gini Km 0**, que para el mes de **Diciembre de 2015** tuvo un promedio de **15 m³/s**.

No hay información del Canal Gini desde el Cruce Ruta 5 (una vez deducido lo derivado por Canal M. Izquierda y M. derecha).

Un dato importante que surge de la información recibida por Santiago del Estero, es la relación entre la altura de escala del embalse con los caudales erogados por el vertedero del Dique Néstor Kirchner. Esta relación incluye desde valores nulos hasta los valores del pico de la crecida de marzo de 2015.



3.5. Canal Jume Esquina

3.5.1. Ubicación del Canal y el Aforador

El Canal Jume Esquina, lleva caudales del Río Dulce desde el Dique Derivador Los Quiroga hasta el Río La Guardia, y de allí al Río Salado en el Departamento Figueroa. Trasvasa caudales desde la cuenca del Río Dulce a la cuenca del Río Salado.

Nace con la denominación de **Canal Matriz** con capacidad de conducción de **90 m³/s** en Los Quiroga y es jurisdicción hasta Compuertas Amarillas de la Unidad Ejecutora de Riego.

Desde Compuertas Amarillas tiene control Recursos Hídricos, es decir que el cupo de trasvasamiento depende de gran manera del manejo del canal en Compuertas Amarillas por la Unidad Ejecutora, desde donde salen varios canales secundarios para el riego del sector de Colonia Simbolar y el resto circula al Salado.

Ahí se hace un control de escalas diarias y se estima caudales mediante curva.

Podemos decir además, que en general, el aporte del Jume Esquina al Salado se suspende durante los meses de Mayo y/o Junio por mantenimiento del canal.

(fuente Ing. J. Pavón – APRH Sgo. Del Estero).

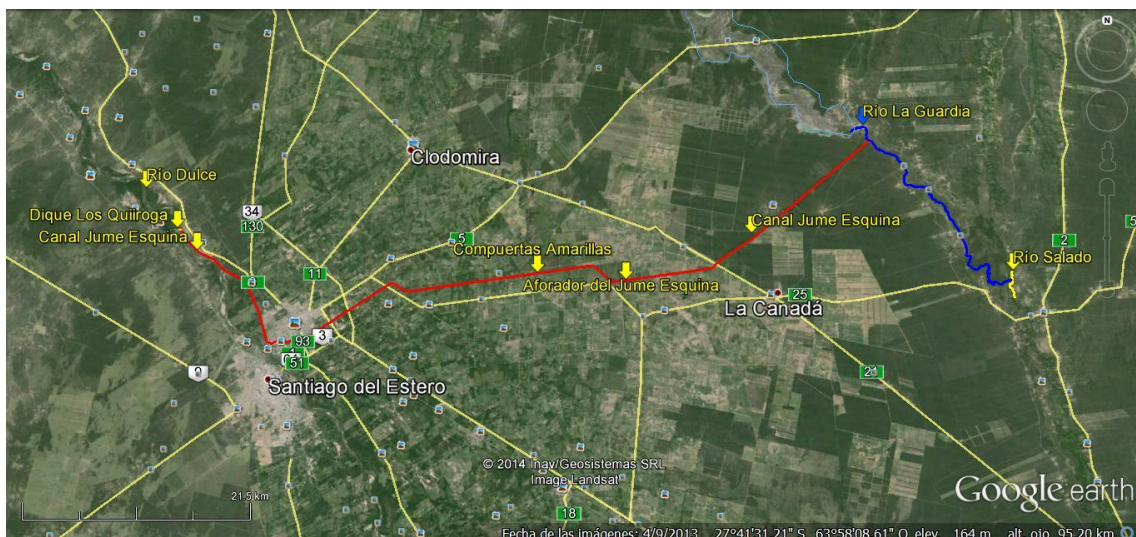
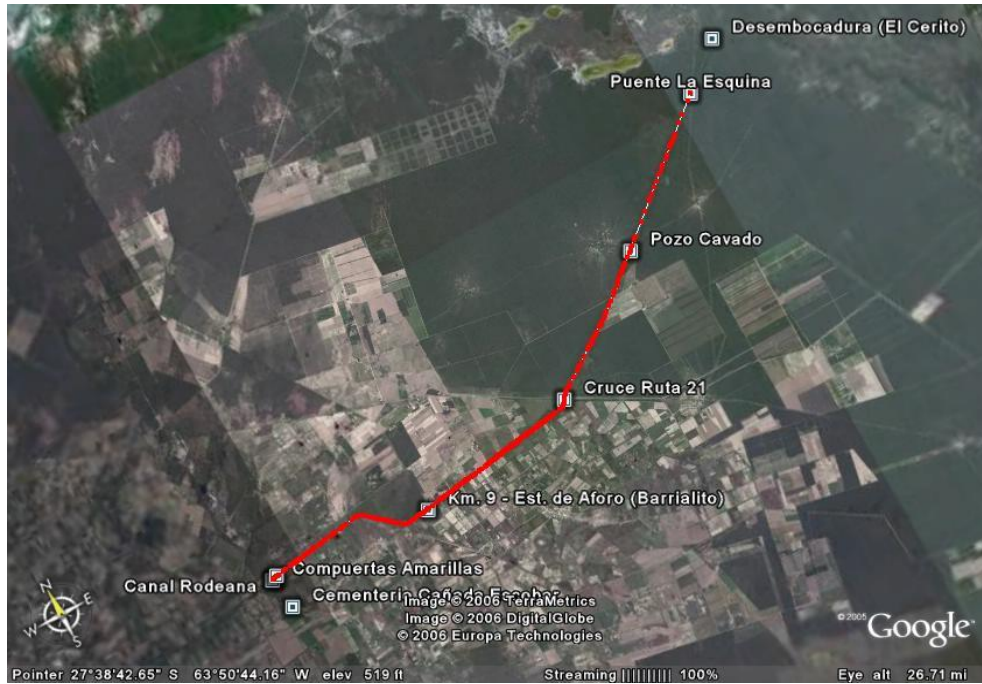
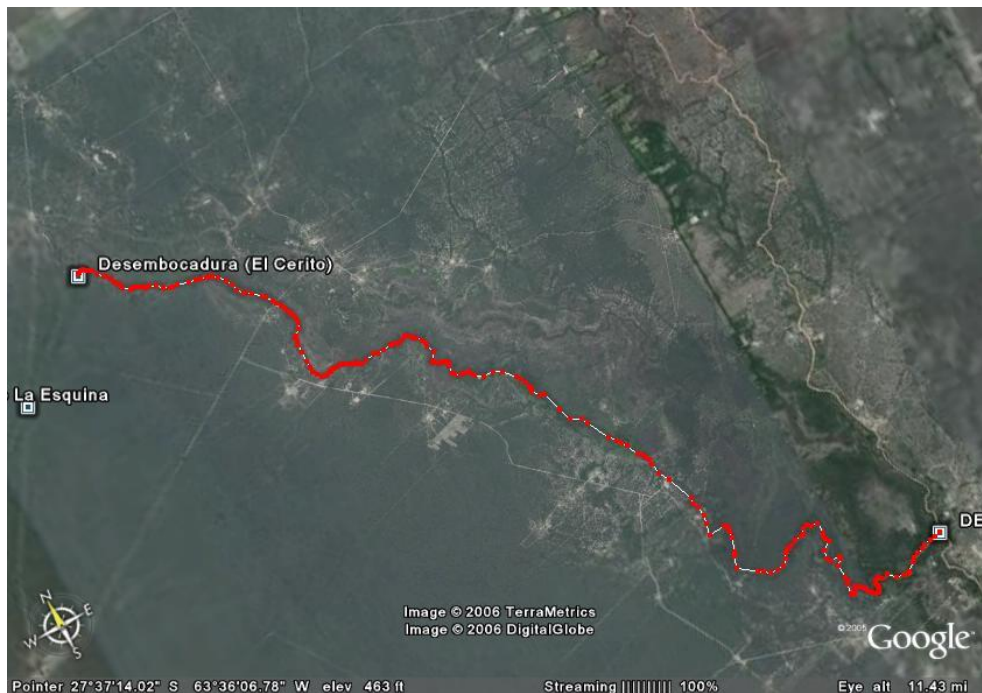


Foto Google. En rojo el canal Jume Esquina. En azul Río La Guardia



Fotos Google - APRH de Santiago del Estero

Desde Compuertas Amarillas, en la progresiva 9000 (Km 9 – Barriallito – Coord.: -27,41 Sur y - 63,55 Oeste) **está la sección de control de aforo**. El canal continúa hasta su desembocadura en el lugar llamado **El Cerito** desaguando en el Río La Guardia y este finalmente conduce al Río Salado en un tramo corto, para escurrir luego hasta Suncho Corral, sumándose al caudal que trae el Salado desde Figueroa.



Fotos Google - APRH de Santiago del Estero

Según los datos aportados por la APRH de S. del Estero, en Mayo y Junio de 2015, el canal realizó un aporte promedio de **3 m³/s**, adoptándose ese valor como medio diario para completar la planilla de datos.

En Julio 2015, informaron que el Canal Jume Esquina tuvo un aporte mínimo no apreciable por falta de velocidad, por lo que se adoptó caudal **0 m³/s** para ese mes.

En Agosto y Setiembre de 2015, el caudal del Jume Esquina fue de 3 m³/s en promedio, valor que se adoptó para la planilla de datos.

Durante el mes de Octubre, se recibieron datos de caudales que se volcaron en la planilla de datos, y cuyo promedio fue de 5 m³/s.

Durante el mes de Noviembre, el canal tuvo un caudal oscilante entre 4 y 5 m³/s, por lo que adoptamos 4,5 m³/s, y para Diciembre entre 3 y 4 m³/s por lo que adoptamos 3,5m³/s.

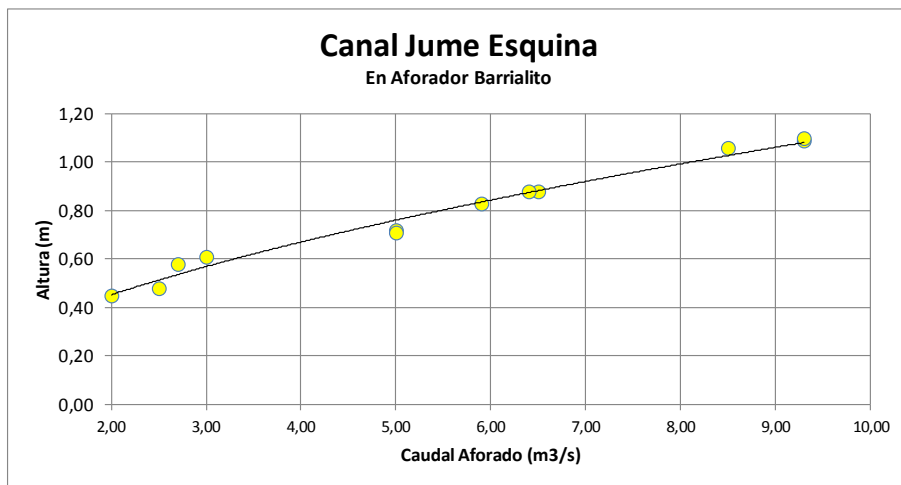
Se presenta a continuación los caudales medios mensuales durante el período 1974/2012.

3.5.2. Transvase de Caudales al Rio Salado

Caudales medios mensuales (m³/s) – Período 1974/75 - 2011/12

AÑO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1974/75					3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	7,6	12,1
1975/76	15,7	15,5	14,8	13,6	5,8	0,0	0,3	1,5	0,9	9,3	15,3	6,9
1976/77	9,1	11,1	12,6	7,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	10,4
1977/78	14,7	11,1	5,6	3,6	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	5,8	4,8	12,3
1978/79	15,3	7,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1979/80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
1980/81	5,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,9	2,9	2,6
1981/82	3,4	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	0,7	2,6
1982/83	8,8	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1983/84	2,2	9,1	5,0	2,5	2,7	1,0	0,0	0,0	1,8	3,6	1,0	1,3
1984/85	3,0	2,9	3,0	3,2	4,0	4,4	4,0	1,5	0,0	0,6	0,5	0,5
1985/86	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1986/87	0,6	5,1	4,3	0,0	1,3	4,0	3,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,4
1987/88	0,7	2,0	3,3	0,0	1,9	2,9	3,0	2,3	0,0	1,3	2,0	2,0
1988/89	2,0	3,6	4,4	8,1	2,2	1,1	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	3,3
1989/90	0,3	5,1	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990/91	0,2	1,8	2,6	0,4	0,5	0,4	1,2	0,5	0,0	0,6	0,8	0,0
1991/92	5,5	4,4	4,4	3,5	1,9	1,0	0,1	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
1992/93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,7	1,7	0,4	1,2	5,9
1993/94	7,8	3,7	2,7	4,8	3,8	3,3	1,6	3,1	0,2	1,4	2,2	3,0
1994/95	5,2	6,3	0,9	3,2	4,2	4,5	1,4	2,1	1,9	1,4	3,7	6,5
1995/96	5,9	8,2	9,4	5,6	4,8	4,7	4,0	2,1	0,0	3,6	8,1	9,7
1996/97	9,7	11,6	10,0	8,4	8,1	6,4	2,6	2,9	0,5	0,1	0,2	0,2
1997/98	0,4	6,2	7,2	6,2	3,2	1,9	3,3	6,9	0,9	3,1	8,6	8,5
1998/99	9,1	11,7	10,5	3,7	4,4	1,9	6,3	4,5	1,3	3,7	9,4	10,4
1999/00	10,6	11,8	2,8	6,8	7,4	6,3	3,9	3,1	2,2	0,5	4,2	8,3
2000/01	11,1	7,9	8,0	7,3	7,0	2,0	3,6	1,4	0,3	1,1	3,6	4,6
2001/02	3,2	1,7	1,6	0,7	1,3	2,9	2,2	1,8	0,2	2,0	3,0	5,9
2002/03	9,6	9,7	6,1	0,5	2,7	3,1	3,0	1,5	0,0	1,7	7,5	10,8
2003/04	12,6	12,1	2,2	1,1	1,4	0,9	2,2	6,5	2,3	2,7	11,7	12,9
2004/05	11,1	13,2	11,2	10,6	15,1	11,2	7,1	6,9	0,5	1,5	9,2	13,2
2005/06	13,2	13,5	12,2	7,3	6,1	2,5	1,7	0,3	0,0	4,5	10,2	11,0
2006/07	11,2	13,0	14,6	10,4	4,0	0,9	1,7	2,4	0,0	1,1	6,5	12,4
2007/08	12,9	13,1	10,5	5,1	1,8	1,3	1,7	1,0	0,0	1,8	2,5	2,1
2008/09	1,7	1,8	1,5	3,4	3,2	4,8	9,0	10,8	6,7	5,2	11,8	11,9
2009/10	11,8	12,1	10,5	4,3	0,7	1,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,9	7,2
2010/11	10,0	11,0	12,7	6,8	1,9	1,6	0,7	1,3	2,0	0,7	0,0	2,8
2011/12	3,1	3,1	3,1	2,7	2,8	1,5	1,8	3,2				
PROMEDIO SALADO	6,7	7,2	5,6	3,8	3,0	2,0	1,9	2,0	0,6	1,9	4,0	5,5
Max	15,7	15,5	14,8	13,6	15,1	11,2	9,0	10,8	6,7	10,3	15,3	13,2
Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desv Tip	5,1	4,6	4,7	3,7	3,1	2,4	2,2	2,4	1,3	2,5	4,3	4,7

3.5.3. Ploteo de aforos – Aforador El Barrialito



En lo que respecta a aforos, la información hidrométrica se compone de 12 aforos entre enero y octubre de 2014, e información de caudales estimados por la APRH, valores que se grabaron en la Planilla de la Base de Datos.

3.6. Río Salado en Suncho Corral

3.6.1. Ubicación De La Sección de Aforos



Sección de aforos del Río Salado en Suncho Corral y construcción nuevo puente.

La sección de aforos se encuentra sobre el Puente Metálico de la RPN^o53 que cruza el Río Salado en Suncho Corral, y su ubicación corresponde a las coordenadas **27°56'24.03"S - 63°26'23.67"O**.

En la imagen del Google Earth Pro de Nov/2013 se puede apreciar la zona de obras del puente nuevo, a 460 m aguas abajo sobre el río, sobre la RNN^o89.

El reinicio de la construcción de este puente pudo haber afectado, por efecto de remanso, algunos aforos, especialmente desde Junio 2014 en adelante, aunque a partir de Diciembre de 2014, los aforos se encuentran dentro de la tendencia normal.

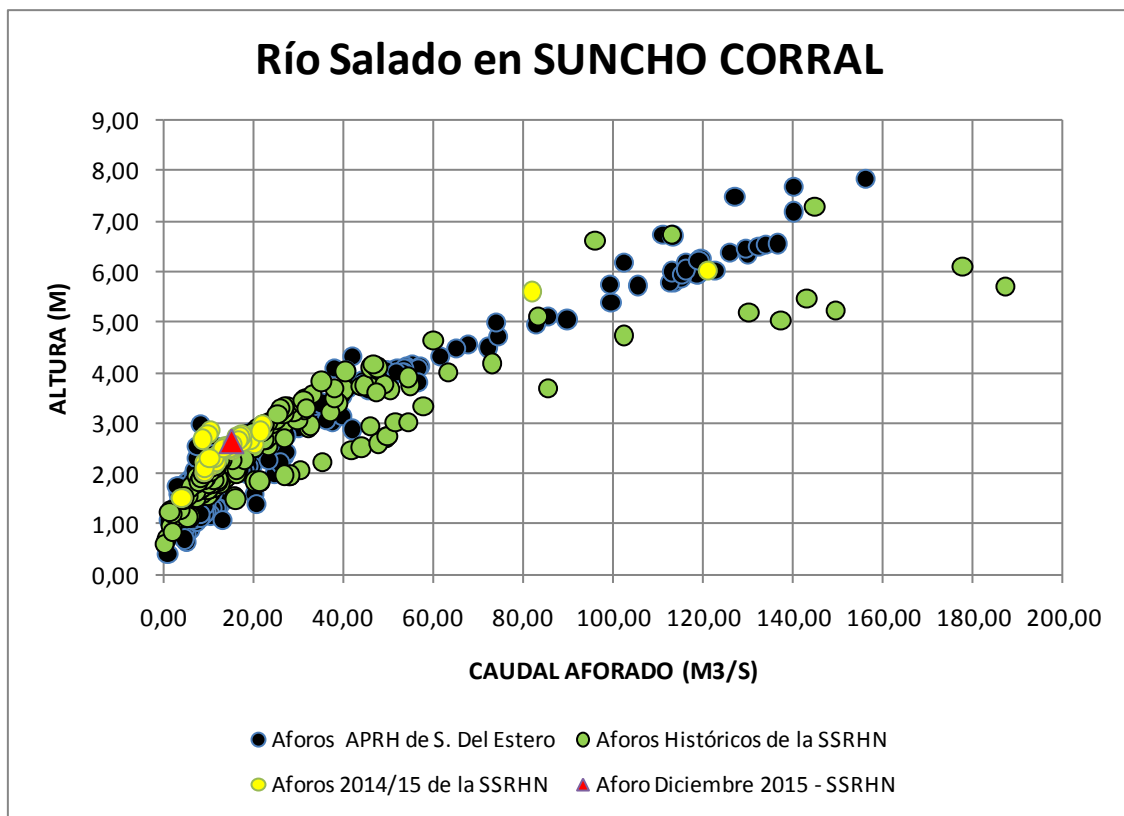
Este efecto fue analizado por la APRH de Sgo. Del Estero, calculando una corrección por remanso de 0,72 m, valor que se debe restar al valor de la lectura de alturas hidrométricas del observador.

Por el momento no realizaré correcciones en la planilla de datos ya que este cálculo deberá ser oficializado por la APRH, y por las diferencias en las escalas (Pto. 3.6.2)

En otro aspecto, hay que destacar que esta sección recibe aportes del Canal Jume Esquina a través del Río La Guardia.

Aforan desde el puente, simultáneamente, la Administración Provincial de Recursos Hídricos de Sgo. del Estero, sobre el lateral de aguas arriba, y la SSRHN de la Nación, sobre el lateral de aguas abajo.

3.6.2. Ploteo de Aforos

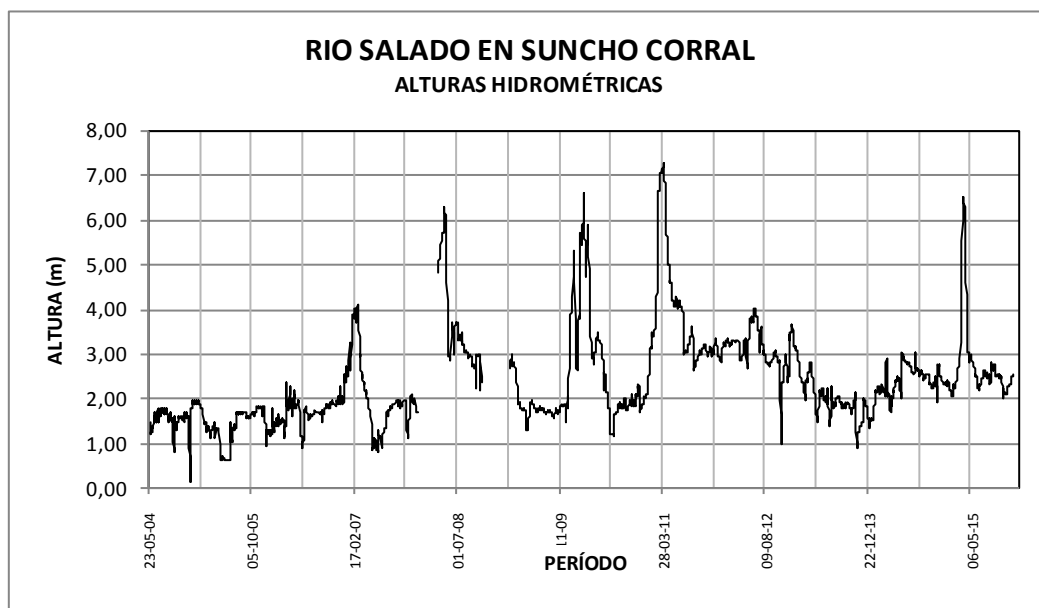


Los aforos históricos corresponden a la BDHI de la SSRHN, período 2004/2013 (verde) y a la APRH de S. del Estero, período 1984/2013 (negro). En amarillo los aforos de la SSRHN 2014/15 y en Rojo el aforo de Diciembre de 2015

El pico de crecida 2015 pasó entre el 31 de marzo y el 3 de abril con 121 m³/s según la APRH Sgo. Del Estero. El aforo de Diciembre de 2015 sigue la tendencia normal del período 2014/15 para aguas bajas, luego de la crecida.

Se debe tener en cuenta para el análisis conjunto de aforos y correcciones por remanso, que cada repartición tiene su hidrómetro propio, con una diferencia aproximada de 1,80m entre ellos (1,80m de la SSRHN \approx 0,00m de la APRH S. del Estero).

3.6.3. Alturas Hidrométricas



Alturas Hidrométricas pertenecientes a la BDI de la SSRHN – Período 30/05/2004 – 29/11/2015

En la planilla de la Estructura Preliminar Base De Datos Hidrométrica, se completaron Alturas Hidrométricas con datos disponibles de la BDI - SSRHN, hasta el 29/11/2015.

3.7. Río Salado en RNN⁹² – Añatuya

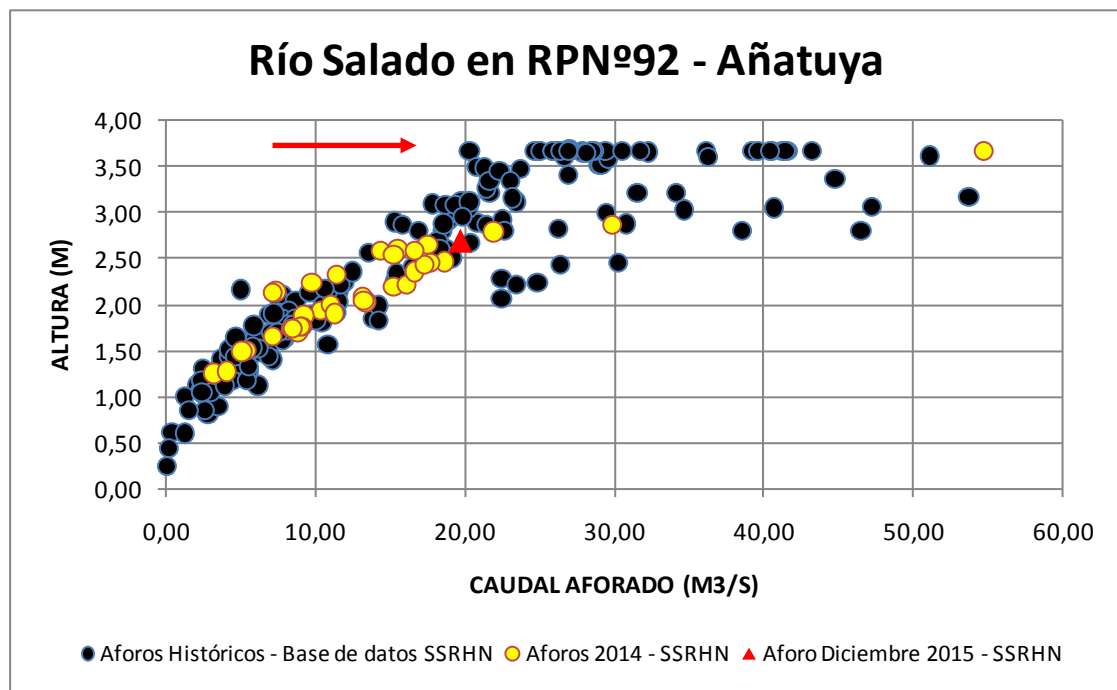
3.7.1. Ubicación de la Estación de Aforos

En la imagen Google siguiente, se muestran la localización de las Estaciones de Aforos sobre el Puente RPN⁹², Colonia Dora – Añatuya y Pasarela Tacón Esquina.

La ubicación de esta estación (RNN⁹²) corresponde a las coordenadas 28°30'12.81"S - 62°52'53.27"O.



3.7.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2004/2013. En amarillo, los aforos 2014/15. En Rojo el aforo de Diciembre de 2015.

Como en Suncho Corral, el **pico de crecida 2015** pasó entre el **31 de marzo** y el **3 de abril**. El aforo máximo se realizó el día **10 de abril**, con **H= 3,67m** y **Q=54,73 m³/s**, siendo el mayor aforo en esta sección.

Como detallé en el informe de Noviembre 2015, los caudales aforados en Octubre y Noviembre de 2015 (confirmados por el aforador), se ubican por encima de la **dispersión normal** de los caudales aforados con posterioridad a la crecida de marzo

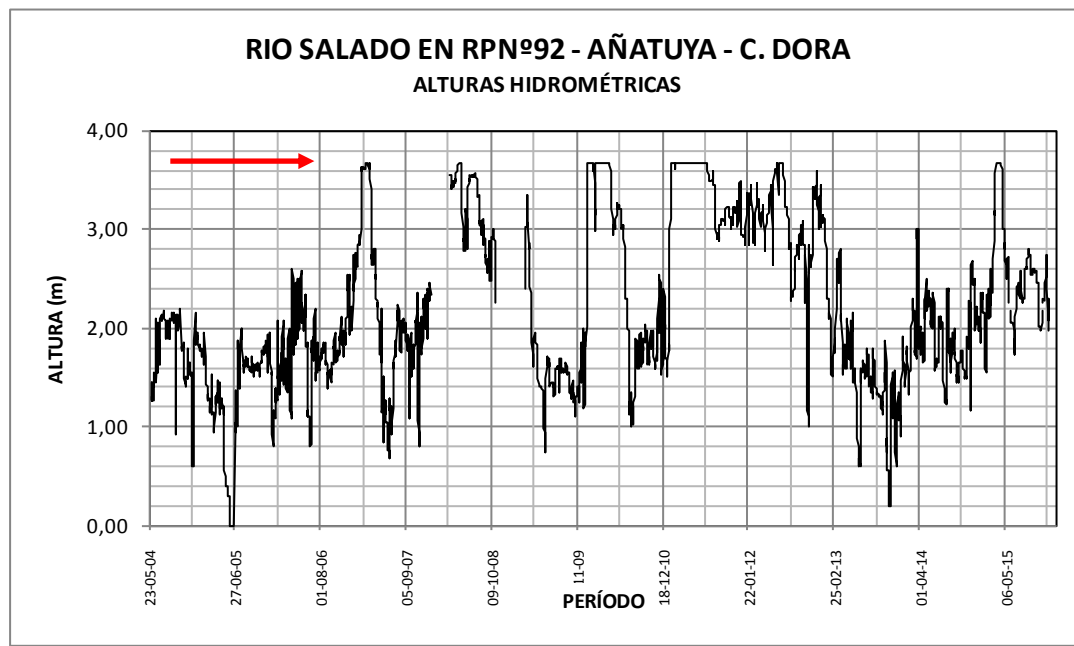
2015. El aforo de Diciembre 2015 se vuelve a colocar en la dispersión normal para la serie 2014/2015.

Recordamos en todos los informes que para alturas superiores a 2 m existe una dispersión histórica, debiéndose estudiar hidrológicamente el efecto de remanso que podría provocar el Azud Colonia Dora.

Para alturas superiores a los 3,5 m se aforan caudales que van desde los 20 m³/s hasta los 50 m³/s. Este efecto suele suceder en secciones sobre puentes que trabajan “a presión”, o sea para aforos cuyas alturas hidrométricas igualan o superan la altura del tablero del puente.

Se debe hacer la monografía (con topografía) de esta sección para determinar los problemas, fijar objetivos de estudios, y de esta manera minimizar o corregir los errores. Como vemos en el historial, **las alturas hidrométricas no superan los 3,67 m.**

3.7.3. Alturas Hidrométricas



Datos pertenecientes a la última actualización de la Base de Datos Hidrológica Integrada de la SSRHN al momento de la presentación del informe. Período 01/06/2004 – 29/11/2015 – Lectura de las 9:00 hs

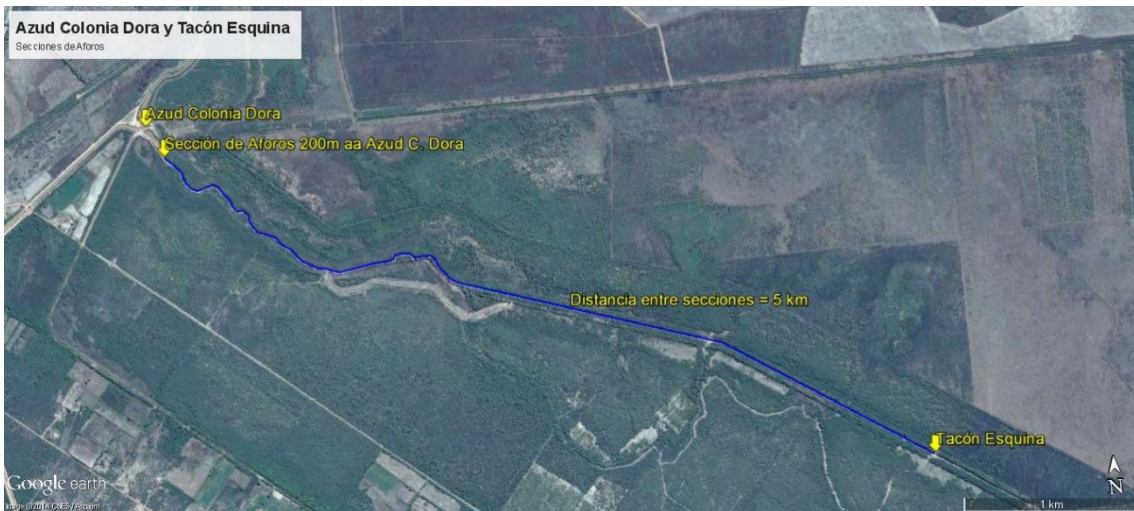
En la gráfica se representan las alturas hidrométricas del período **Junio 2004 / Noviembre 2015**, en donde se aprecia la anomalía analizada en los puntos anteriores. La Base de Datos (Planilla Red Básica) se completó con las alturas hidrométricas correspondientes a las 09:00 hs del período **01/01/2014 – 29/11/2015**, respetándose en las celdas correspondientes, las alturas observadas por el aforador.

3.8. Río Salado en Tacón Esquina

En esta zona se aforan dos secciones, no sistemáticas por el momento. Una situada a unos **200 m** aguas abajo del **Azud Nivelador de Colonia Dora**, actualmente con un sensor de presión instalado, y desde esta sección, a 5 km aguas abajo (por el río), en una pasarela del **Paraje Tacón Esquina**. Además, cada una tiene su escala hidrométrica, y se instalaron marcando la misma altura del pelo de agua. Se deberá dar cota IGN a los ceros de cada hidrómetro.

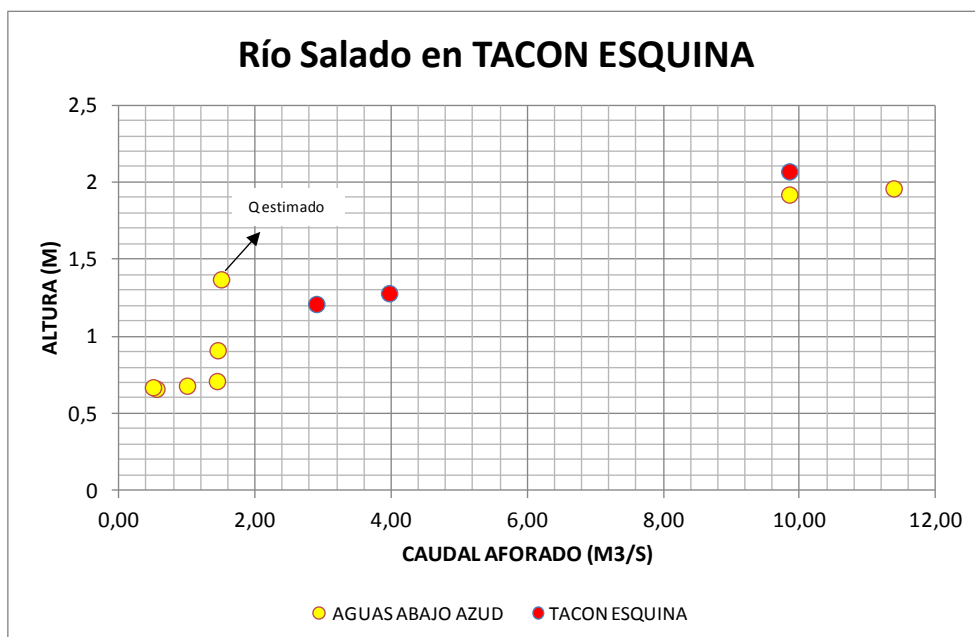
3.8.1. Ubicación de la Estación

La ubicación de la Estación de Tacón Esquina se encuentra en coordenadas $28^{\circ}34'41.35''S$ - $62^{\circ}50'35.61''O$, y se muestra en la foto Google, junto a Colonia Dora.



Ubicación de las secciones de aforos aguas abajo del Azud y Tacón Esquina

3.8.2. Ploteo de Aforos



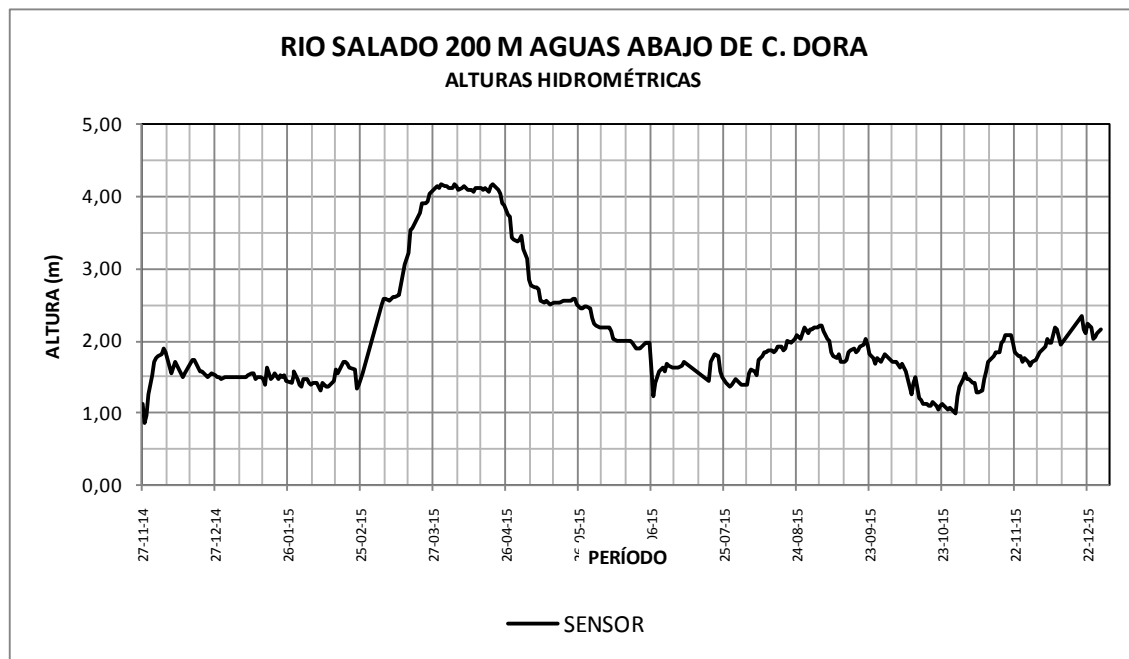
El último aforo realizado es del 17/09/2014 con $H= 0.71\text{m}$ y $Q= 1.44 \text{ m}^3/\text{s}$ (MASPyMA)
 La información hidrométrica de esta estación, al no ser sistemática, se controla mediante las mediciones realizadas por el sensor instalado 200 m aguas abajo del Azud Nivelador de Colonia Dora.

Sería de mucha utilidad organizar campañas de aforos en esta sección, por el momento no sistemática, realizando mediciones para distintos estados del río. De esta manera, al ampliar el rango de observación, y con un perfil topobatimétrico de apoyo, podríamos estimar una curva de descarga cuyo desarrollo tenga el respaldo técnico suficiente para transformar las alturas en caudales con más seguridad.

La información existente hasta el momento se representa en la siguiente gráfica

No hay nuevas actualizaciones del MASPyMA al momento de la confección de este informe.

3.8.3. Alturas Hidrométricas



Alturas Hidrométricas 200 m aguas abajo C. Dora correspondientes al **sensor** de presión perteneciente al MASPyMA. Período 27/11/2014 – 31/12/2015.

Debido a la falta de mediciones sistemáticas en Tacón Esquina, y para tener un parámetro de referencia, se presentan las alturas hidrométricas generadas por el sensor y **completadas con las tendencias de los registros el observador del hidrómetro situado a 200 m aguas abajo** del Azud C. Dora y a 5km aguas arriba de la sección de Tacón Esquina. Estos datos se controlan con los del observador.

3.9. Río Salado en Pinto

3.9.1. Ubicación de la Estación

Esta sección está ubicada en coordenadas 29° 6'23.08"S - 62°34'36.09"O

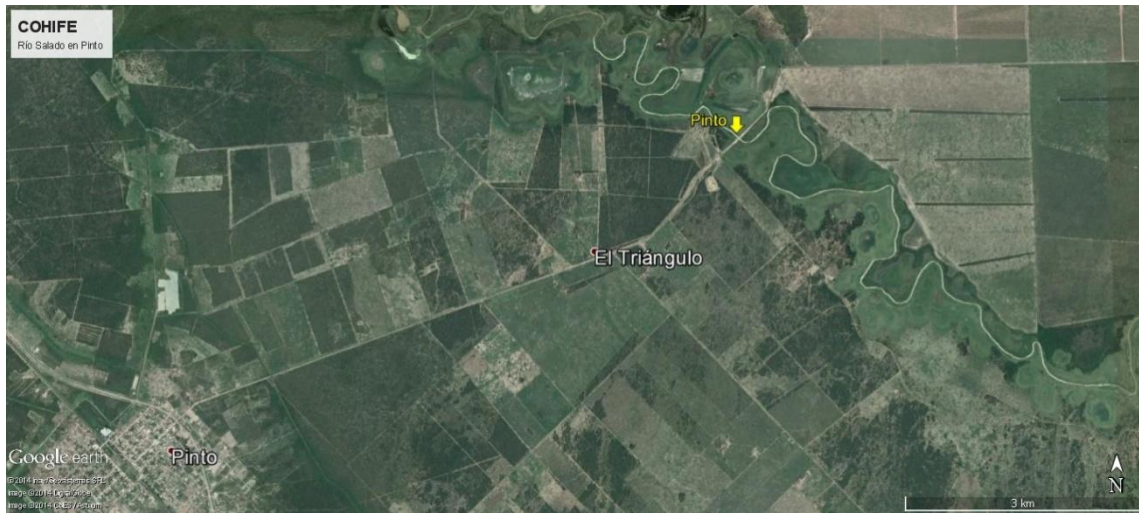
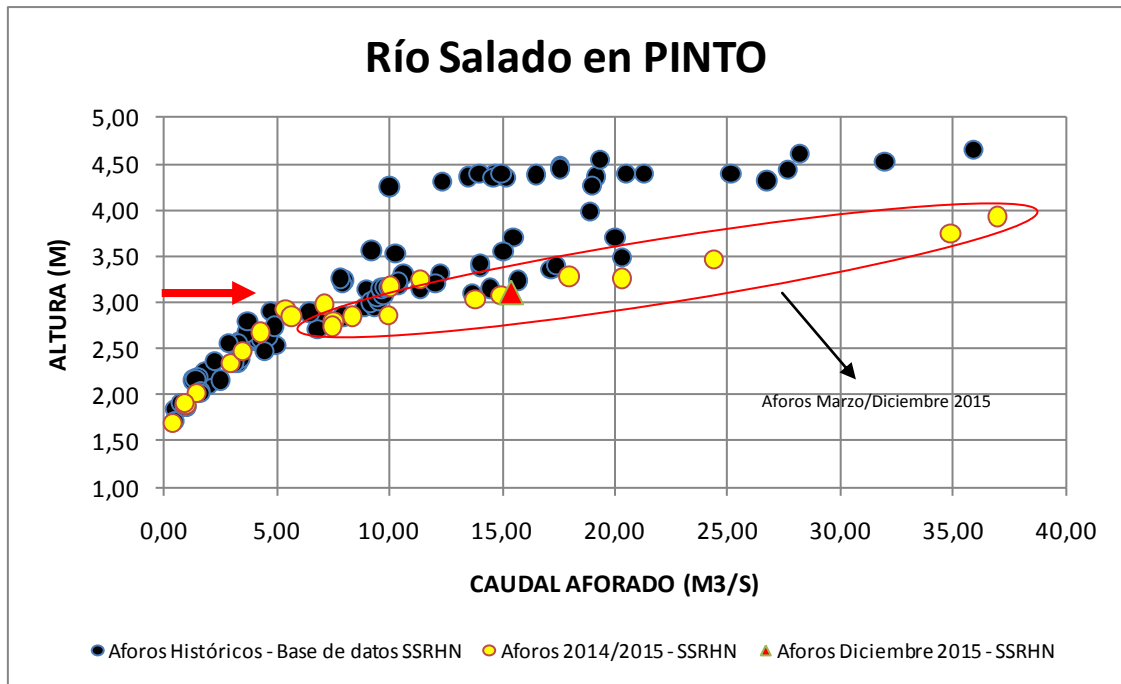


Foto Google Earth Pro



Foto Google Earth Pro

3.9.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2009/2013. En amarillo, los aforos 2014/15. En Rojo el aforo de Diciembre de 2015.

El aforo del 07/05/2015, con $H= 3,74\text{m}$ y $Q= 34,89\text{ m}^3/\text{s}$ y el del 04/06/2015, con $H= 3,93\text{m}$ y $Q = 37,00\text{ m}^3/\text{s}$ (verificado por Evarsa NOA) son los mayores aforos desde el comienzo del estudio.

Reitero la necesidad de ser cuidadosos con los datos de esta sección y realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de los caudales, ya que los últimos valores aforados (ver círculo rojo) superan los valores esperados para las alturas hidrométricas correspondientes.

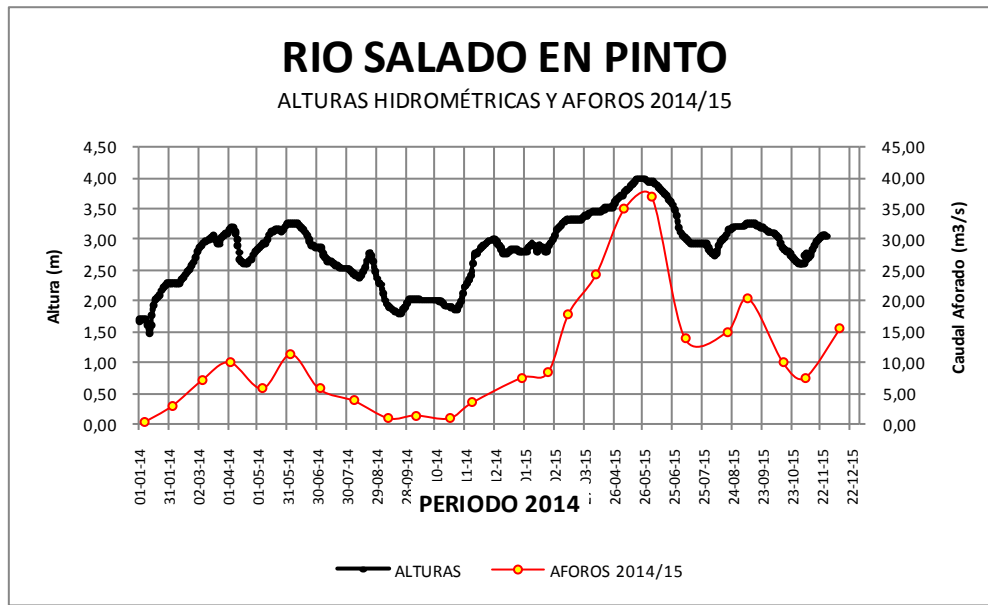
Respecto a la correlación de datos, de la misma forma que los caudales aforados durante este año, el aforo de **Diciembre 2015** muestra un desfase respecto a la nube de puntos de los aforos del año 2014.

Como vengo exponiendo en informes anteriores, **los aforos con alturas hidrométricas superiores a los 3m (ver flecha roja) muestran dispersión** y se deberían analizar las condiciones topográficas, batimétricas e incluso hidrológicas de la sección para estudiar las causas de dicha dispersión y poder tomar medidas correctivas.

3.9.3. Alturas Hidrométricas

Se completaron los datos de alturas hidrométricas del año 2014/15 en la planilla de datos con información de la BDI – SSRHN, disponible al momento de la confección de este informe.

Cabe destacar que la información hidrométrica disponible en dicha base de datos es desde 01/02/2009 – 29/11/2015 con 3 lecturas diarias.



Presento los aforos junto con el hidrograma para notar la tendencia creciente de caudales en el tiempo. El último valor aforado presentado en esta gráfica es el del **11/12/2015**.

Vemos que durante el 2015 los valores aforados superan a los del 2014 para las mismas alturas.

Para este informe, se completan los datos con alturas hidrométricas de la BDI de la SSRHN y se seleccionan alturas observadas a las 9:00 hs. En caso de diferencias con la altura observada por el aforador, se respeta esta última, o sea la del momento del aforo, para que sea coincidente con el dato del caudal. Por el momento no hubo que realizar correcciones.

3.10. Río Salado en Malbrán

3.10.1. Ubicación De La Sección

La sección se ubica en coordenadas 29°13'27.35"S - 62°22'26.94"O

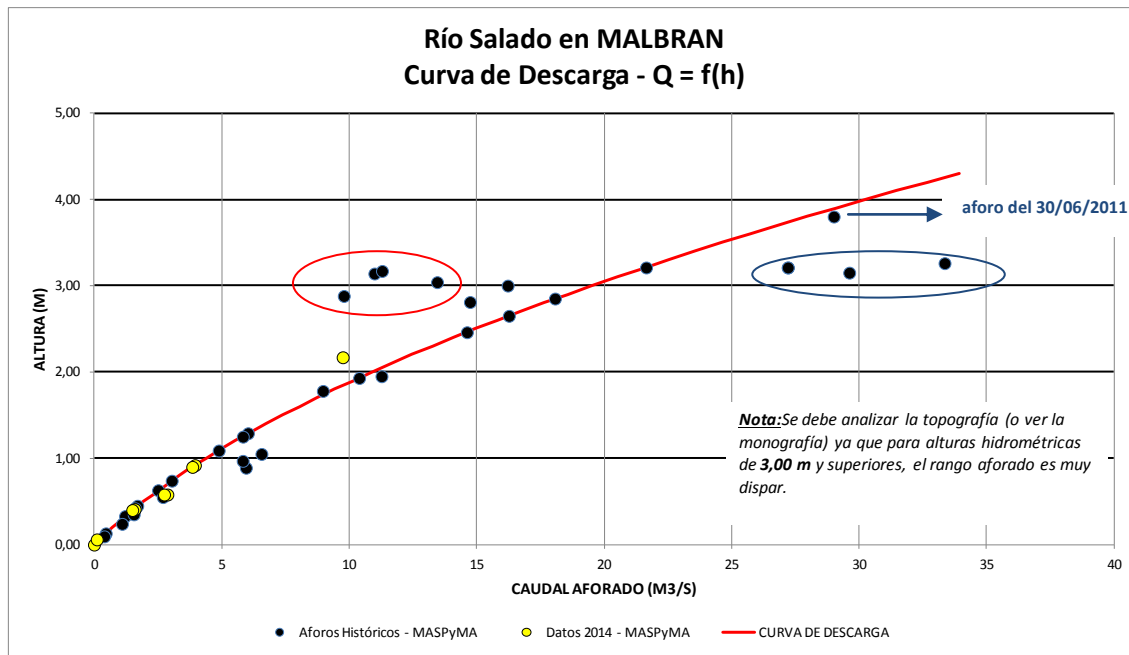


Foto Google Earth Pro. Se muestra en la foto la ubicación de la Estación Hidrométrica de Malbrán y la de Pinto



Sección de Aforos del Río Salado en Puente Malbrán- Bandera (foto Google)

3.10.2. Curva de Descarga



Curva de Descarga Estimada: $Q=1,06H^2+3,33H$

Con el fin de brindar una herramienta más que permitiera estimar caudales que ayuden a los técnicos de las Provincias al seguimiento del comportamiento del Río Salado, se me solicitó la elaboración de una Curva de Descarga.

La misma debe usarse como método de cálculo estimativo y de uso interno, ya que no se puede tomar en forma oficial hasta no tener los perfiles topobatimétricos de la sección y poder realizar los ajustes para los tramos superiores. Como vemos en los círculos rojo y azul, hay una dispersión por encima de los 3 m hidrométricos. Los aforadores del MASPyMA señalan que para estos niveles, comienzan a trabajar los aliviadores del puente, cuestión que deberá tenerse en cuenta para el análisis.

3.10.3. Hidrograma

A partir del 8 de Agosto de 2014, se reciben **datos en tiempo real** del sensor de presión instalado en esta sección, conocida como Puente el Chañar de la RPNº43 Malbrán – Bandera. Por el momento, el índice de disponibilidad de datos por red Orbcomm del sensor es aproximadamente del **50%**.

Reitero la necesidad de organizar los trabajos tendientes a realizar una monografía de la estación, que incluya perfiles topobatimétricos completos del puente y sus aliviadores, todo referido a cota IGN.

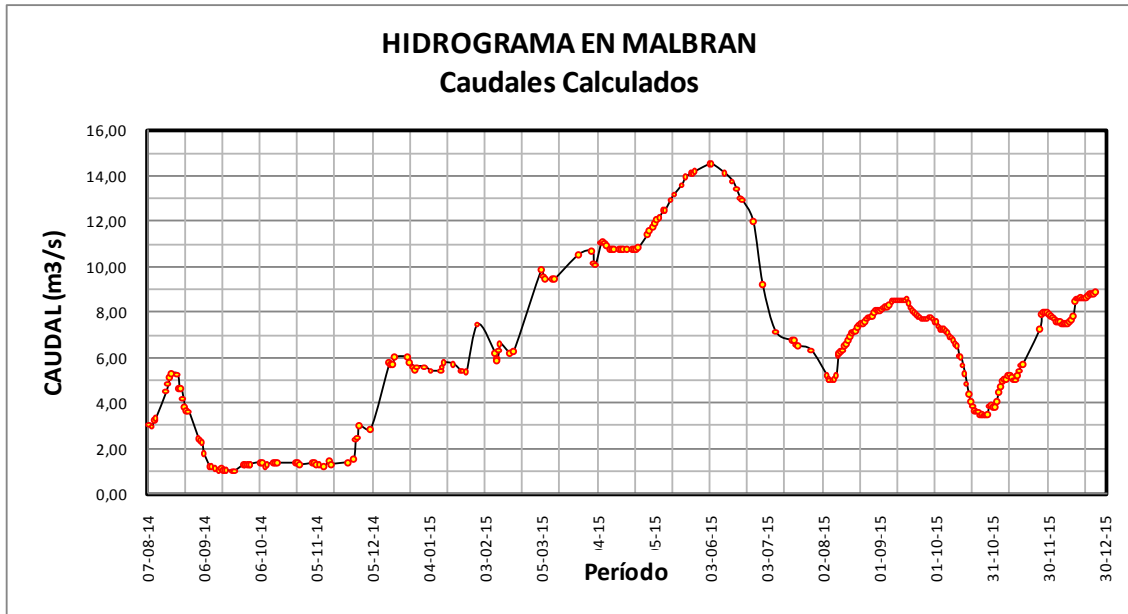


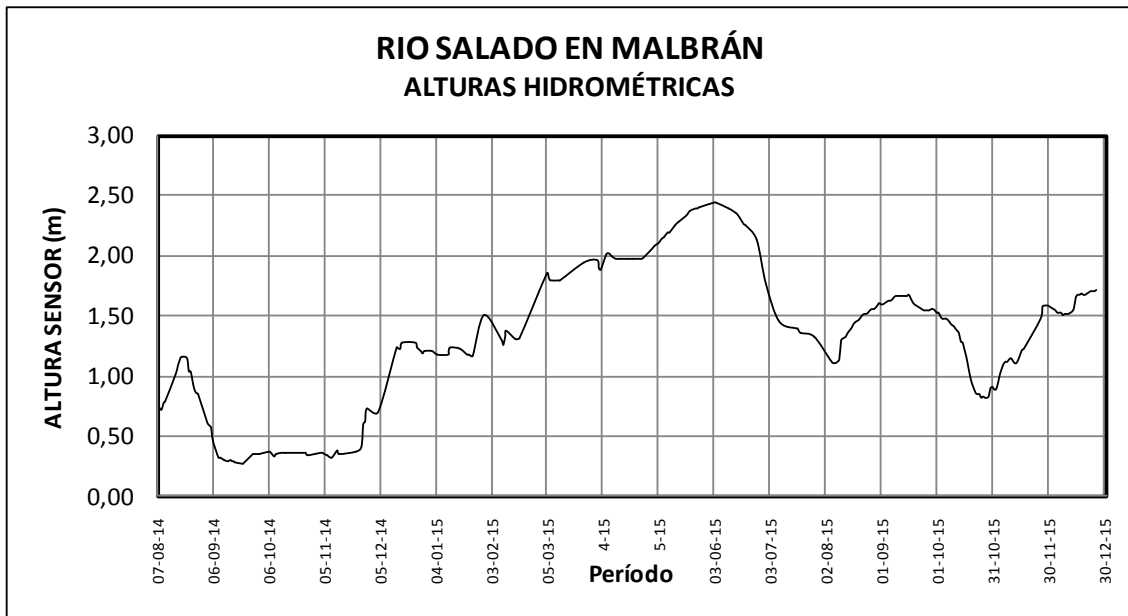
Gráfico de caudales calculados por la curva de descarga.

Se presenta el periodo 08/08/2014 al 31/12/2015.

La línea une datos consecutivos y no consecutivos(por ausencia de datos), para visualizar tendencia.

Luego del pico de crecida 2015, se registraron dos estiajes, uno durante el mes de Agosto, y otro durante el mes de octubre, este último con un caudal estimado inferior a los 4 m³/s. a partir de ese momento comenzó un repunte, con valores que a finales de Diciembre superan los 8 m³/s.

3.10.4. Alturas Hidrométricas



Alturas registradas por el sensor. Periodo 08/08/2014 al 31/12/2015.

La línea une datos consecutivos y no consecutivos(en ausencia de datos), para visualizar tendencia.

3.11. Río Salado Límite Interprovincial en Ea. San Ramón

3.11.1. Ubicación de la Estación

La estación hidrométrica automática está localizada en el Límite Interprovincial Santiago del Estero – Santa Fe. Corresponde a coordenadas 29°24'43.71"S - 61°56'56.38"O y sirve para cuantificar el caudal que ingresa a esta Provincia y al Azud Nivelador Tostado.

El sensor de presión instalado envía información desde el **24/09/2014**. Se realizaron tareas de calibración del sensor y control de la transmisión de datos por la Red Orbcomm. Dicha información está incluida en los parámetros que el MASPpyMA transmite diariamente.



Foto Estación e Hidrómetro

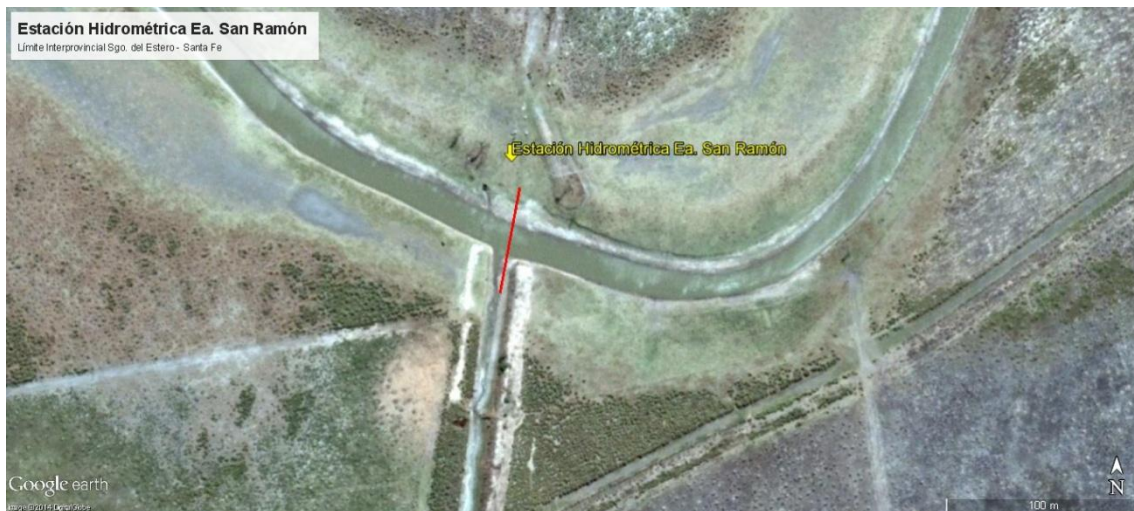
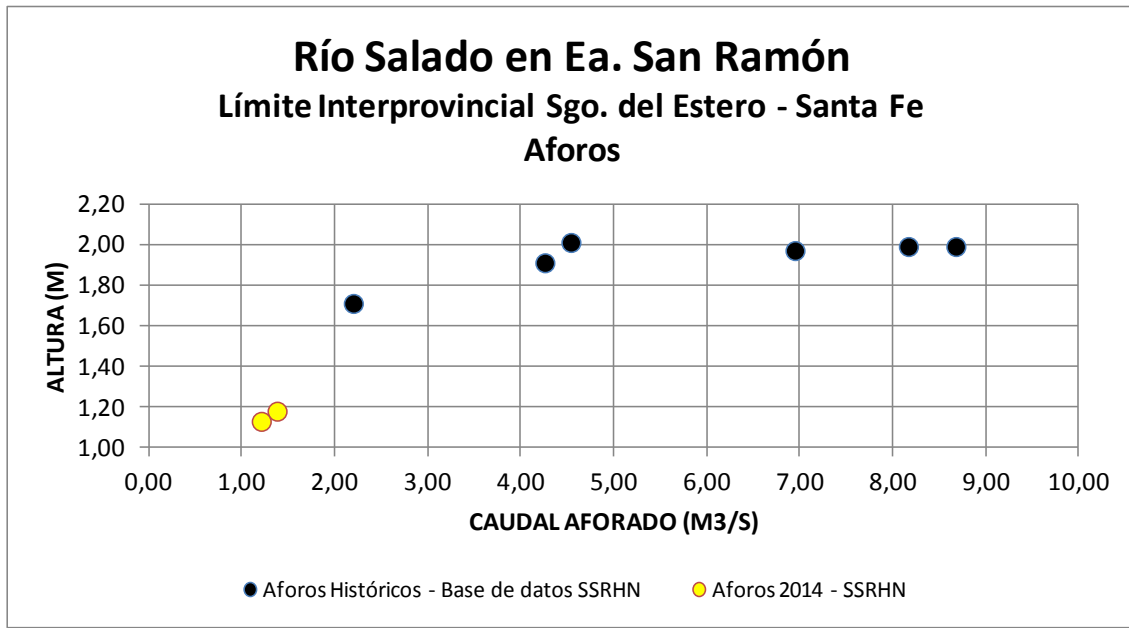


Foto Google Earth Pro

Esta sección declarada de interés por la Provincia de Santa Fe, deberá sistematizarse (ver Punto 1.3.3.), o sea comenzar a realizarse aforos en forma sistemática para, entre otras cosas, poder consolidar una curva de descarga.

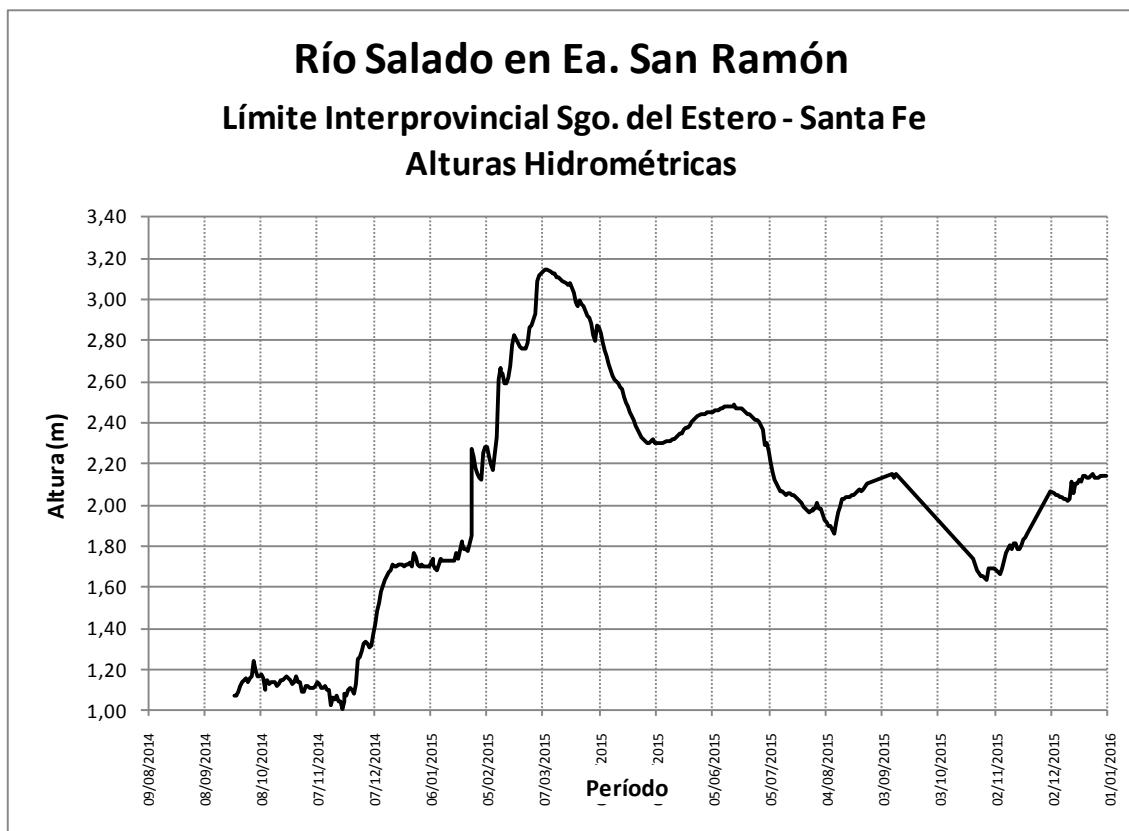
3.11.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2010/2011. En Amarillo aforos de Setiembre de 2014.

No se posee nueva información para esta sección.

3.11.3. Alturas Hidrométricas



Los datos corresponden al sensor de presión, período 24/09/2014 – 31/12/2015.
La línea une datos consecutivos y no consecutivos(en ausencia de datos), para visualizar tendencia.

El pico de Marzo 2015 se dio los días 8 y 9 con 3,15m. Luego, como en Malbrán, se registraron dos estiajes, una durante el mes de Agosto, y luego de un pequeño repunte, se produce otro estiaje con un caudal estimado (en Malbrán) inferior a los 4 m³/s, pero luego pequeñas precipitaciones permitieron otro repunte, con valores aproximados a los 8 m³/s.

Durante el mes de Setiembre, el sensor registró solamente 4 datos diarios, en Octubre 8 datos diarios y en Noviembre 17 datos diarios.

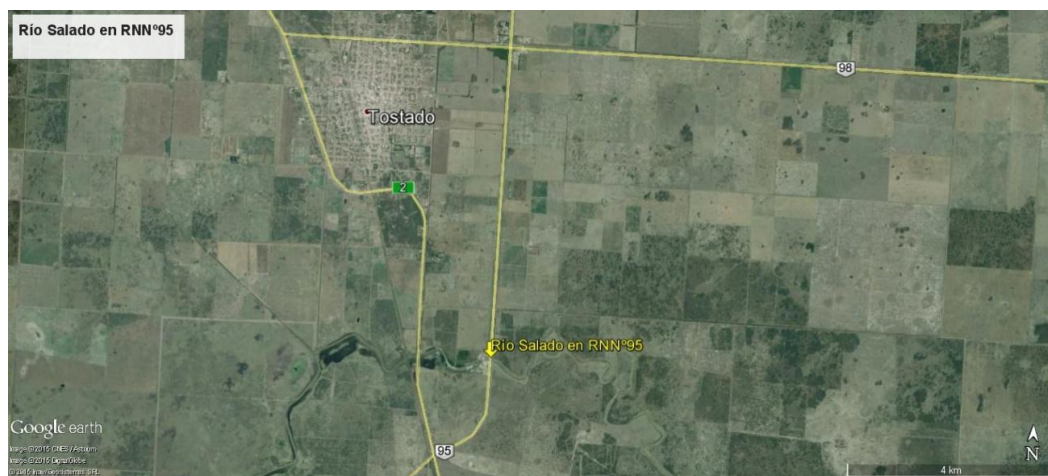
Cabe destacar que durante el mes de Diciembre, el sensor tuvo un registro óptimo, completo, sin falencias.

Debido a la importancia que le dio la Provincia de Santa Fe a esta estación, sugiero mantenerla en óptimas condiciones.

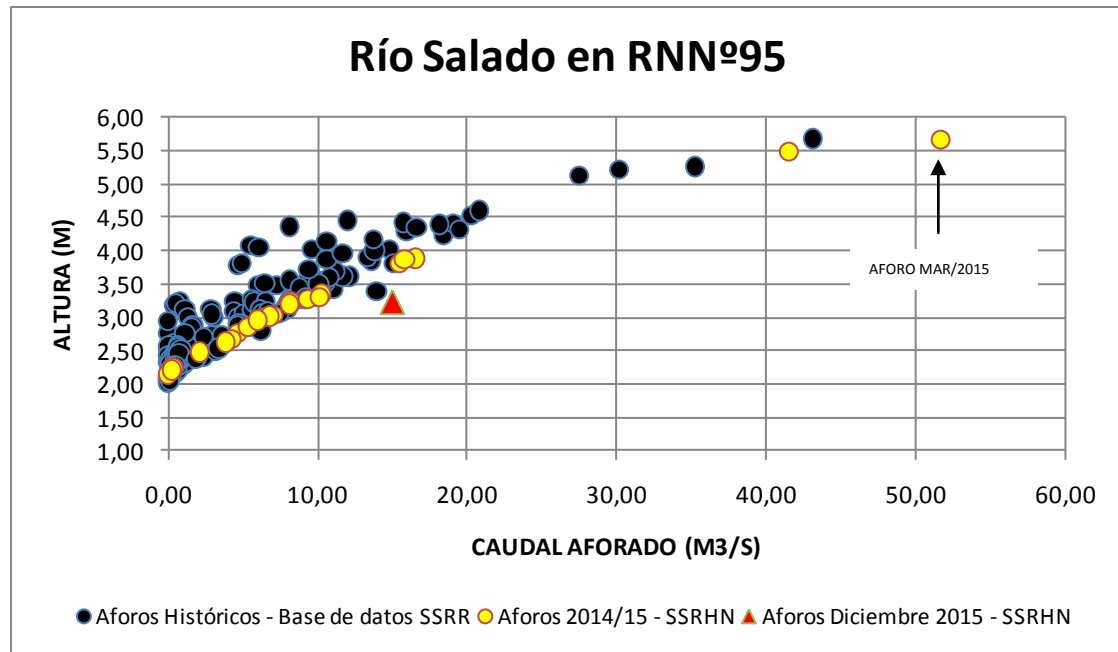
3.12. Río Salado en RNN⁰95 (Tostado)

3.12.1. Ubicación De La Estación

Esta sección se encuentra ubicada en coordenadas 29°16'27.81"S - 61°44'41.33"O, a aproximadamente 4 km al sur de la ciudad de Tostado, y a 150 metros aguas abajo del Azud de Tostado.



3.12.2. Ploteo de Aforos



Los aforos históricos corresponden a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, período 2004/2013. En amarillo, los aforos 2014/2015. En Rojo el aforo de Diciembre de 2015.

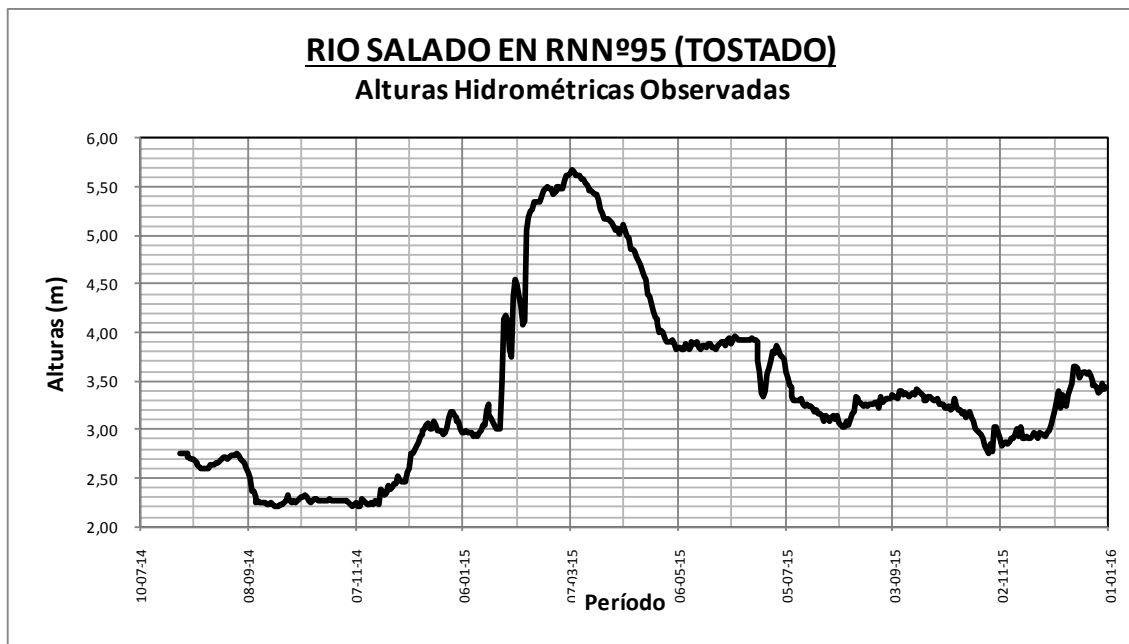
Como vemos en círculos amarillos, los caudales aforados durante el 2014/15 se sitúan sobre el límite inferior de la nube de puntos histórica, pero se deberá tener en cuenta, y deberá formar parte de la monografía de la estación, la puesta en funcionamiento del Azud Nivelador de Tostado que se encuentra inmediatamente aguas arriba de esta sección. **El aforo del 6 de Marzo, con 5,66m y 51.66 m³/s** es el más alto aforo desde el comienzo de la sistematización.

El aforo de Diciembre de 2015 se sitúa muy por debajo de la tendencia de los aforos del período 2014/2015.

Las alturas hidrométricas verificadas para ese día, 2 de Diciembre 2015, a las 9 hs son H= 3,21m para el sensor y H= 3,20m para el observador. El aforador observó H= 3,24m alrededor de las 17hs, lo que es coherente, ya que al día siguiente se observaron H= 3,30m, y subiendo, por lo que se estima que es el caudal el que está unos 5 m³/s por encima de los valores normales.

Solicité verificación del aforo, pero de confirmarse el valor, se deberá analizar más profundamente esta situación.

3.12.3. Alturas Hidrométricas

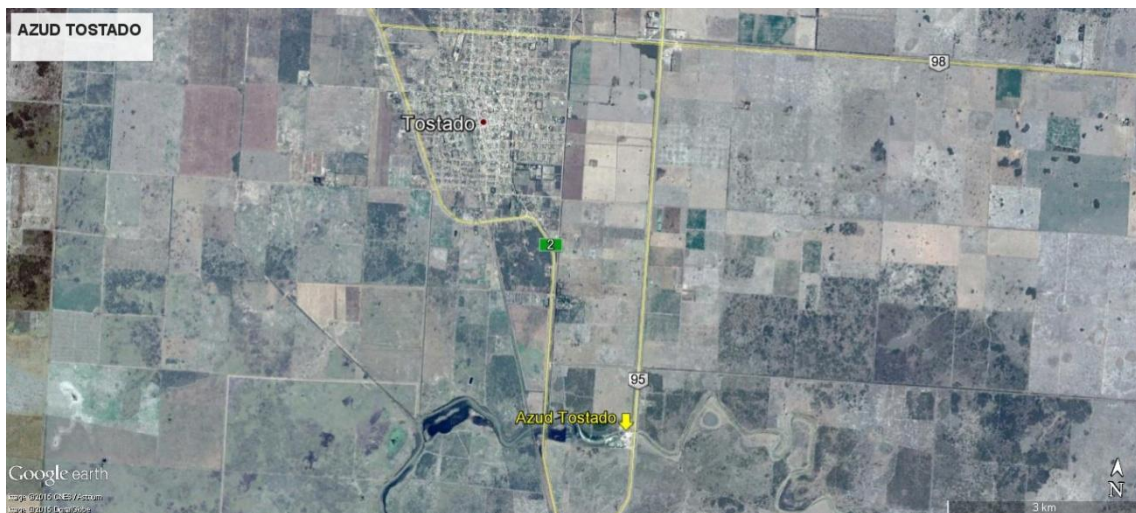


Alturas Hidrométricas período 01/01/2014 – 31/12/2015

Las lecturas del mes de Diciembre fueron completas, pero se nota una diferencia entre los días 11 y el 14, con un promedio de 20cm de diferencia entre el sensor y el observador.

3.13. Azud Tostado

3.13.1. Ubicación del Azud



El Azud está ubicado sobre el río Salado, unos 4 km al sur de la ciudad de Tostado, y a 150 m aguas arriba de la RNN^o95.

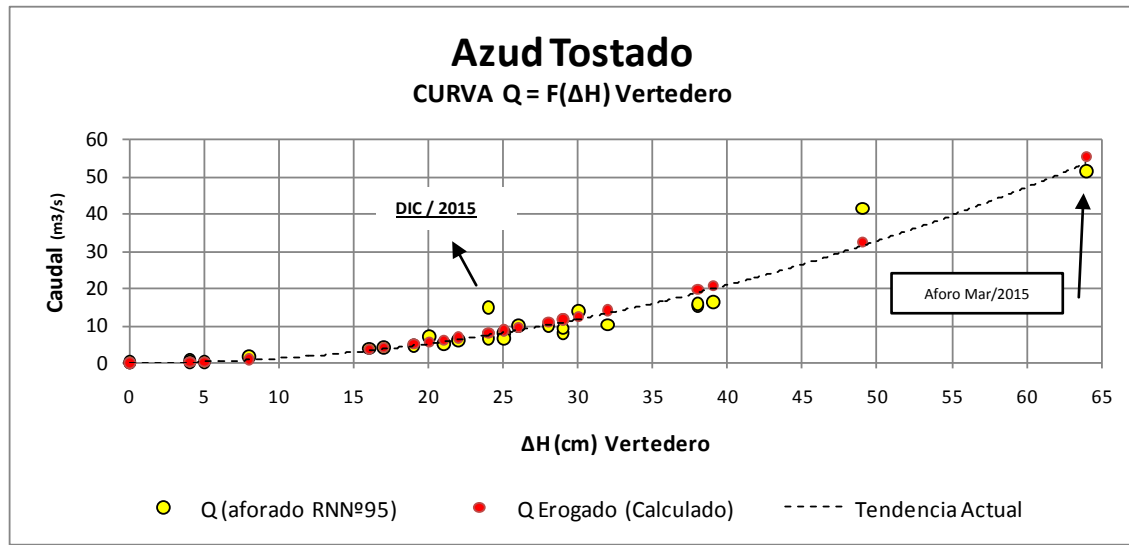
Su ubicación corresponde a coordenadas 29°16'29.48"S - 61°44'46.45"O.

3.13.2.Caudales Erogados

Los caudales erogados desde el Azud tienen las siguientes características:

- **Canal de Bombeo RPNº91S – EBNº1:** Posee 2 bombas. Cada bomba extrae entre 500.000 y 750.000 lts/hora y están las 24 hs funcionando en condiciones normales del río. **Durante el mes Febrero, estuvo fuera de funcionamiento** debido a que los excedentes hídricos locales producidos por lluvias excepcionales, permitieron el abastecimiento de las plantas de potabilización y cubrir la demanda de agua para consumo animal, sin recurrir al Río Salado.
- **El Acueducto** de la Coop de Agua Potable Tostado bombea 250.000 lts/h cuando está activa la bomba.
- **Otras erogaciones** corresponden a la Soc. Rural de Tostado (SRT), carga de camiones, etc., y de acuerdo a la Cooperativa de Agua Potable de Tostado, se puede estimar en 30.000 lts/h promedio.
- **Caudal Erogado por Vertedero - Consideraciones**
 - a partir de Setiembre de 2014, se incluyen caudales erogados por vertedero. Estos caudales son "**estimados**" correlacionando las alturas de la lámina de agua sobre el vertedero con los aforos sobre la RNNº95.
 - Esta correlación de valores permite calcular una expresión matemática para calcular caudales erogados por el vertedero de Tostado en función de la altura de la lámina sobre el mismo, teniendo en cuenta que la cota de coronamiento es 71,20 m.
 - Se debe tomar como **curva de descarga provisoria** cuyo fin exclusivo es el de servir de apoyo a los técnicos del MASPyMA.
 - **Se deberá realizar el correspondiente cálculo hidráulico de flujo por vertedero y comparar valores.**
 - Los caudales aforados en marzo de 2015, superiores a los 50m³/s en la RNNº95, con una lámina sobre vertedero que llegó a los 67 cm el día 7, permitió reformular la curva de descarga, no solamente en su extremo superior, sino para todo el rango, recalculándose los caudales.

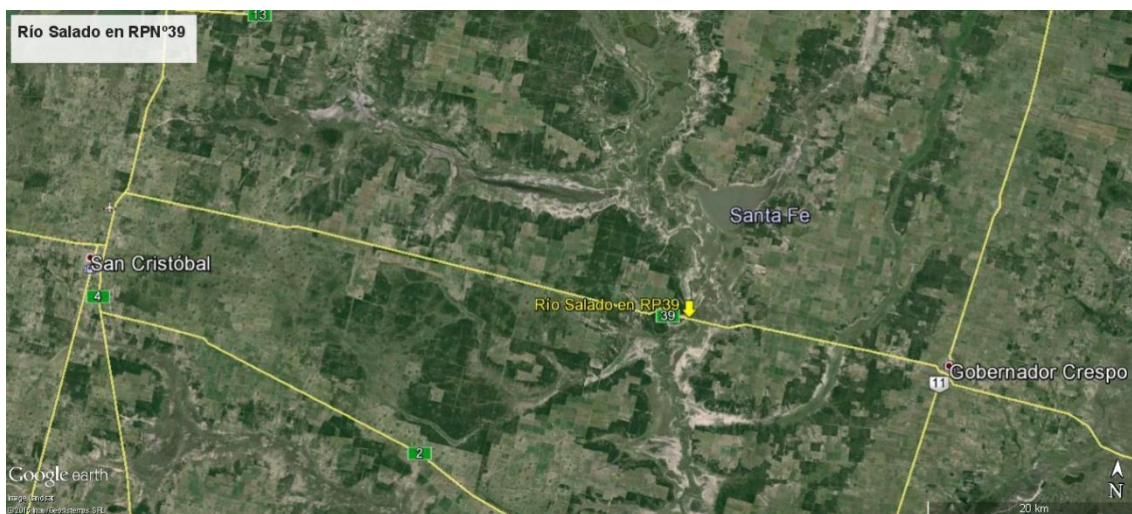
3.13.3. Curva de Descarga Vertedero Azud



Considero normal la dispersión para valores altos, en función de lo que detallé en el punto anterior.

3.14. Río Salado en RNNº39

3.14.1. Ubicación de la Estación



La ubicación del Río Salado en RPNº39 está ubicada en coordenadas $30^{\circ}20'0.88''S$ - $60^{\circ}39'18.29''O$.

En esta estación, además de recibir información en tiempo real del sensor, el MASPyMA completa periódicamente información con datos elaborados, correspondientes a Alturas Medias Diarias y Caudales Medios Diarios, con su serie de datos del período que va desde el 19/05/2011 y hasta el 31/12/2014.

Los datos correspondientes al año 2014 fueron grabados en la Planilla de la Base de Datos. **En la misma, los Caudales son valores calculados**, pero cuando se dispone de aforos, se le da prioridad a este valor.

Las expresiones la curva de descarga ajustada son (**Fuente MASPyMA**):

- **$1.83 \text{ m} \leq h \leq 8.00 \text{ m}$: $Q = 0.8854012 * (h - 1.461328)^{2.911797}$**
- **$h > 8.00 \text{ m}$: $Q = 1361.719 * h - 10581.65$**

h: altura de escala (MASPyMA) [m], Q: caudal [m³/s].

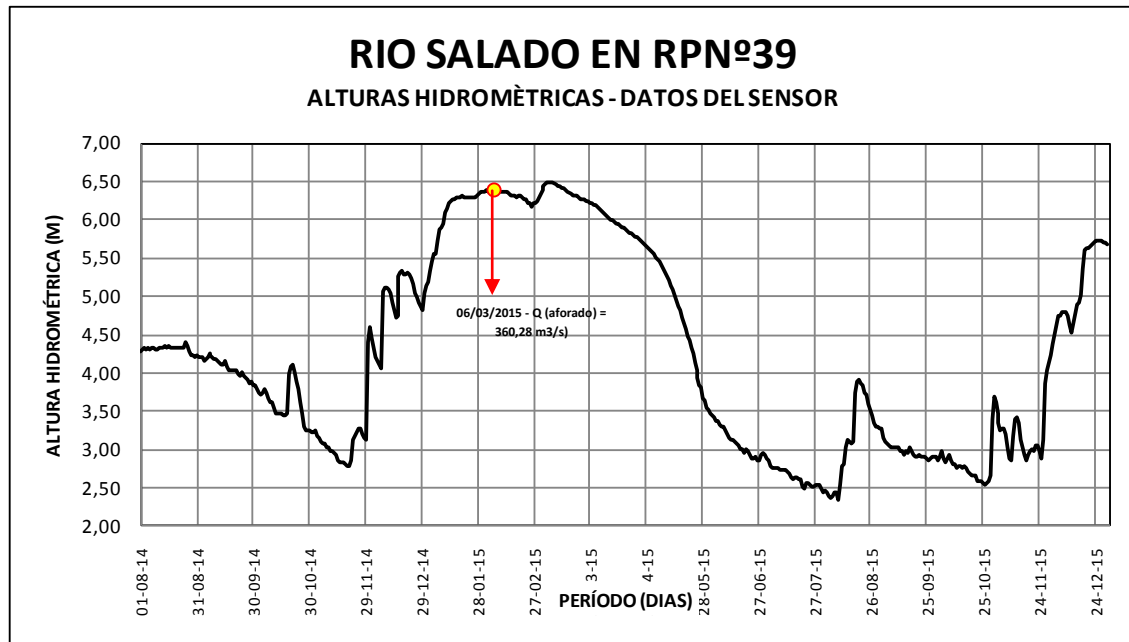
De acuerdo a lo conversado con autoridades del MASPyMA, estas expresiones matemáticas son válidas y representan aproximadamente los caudales del año 2014, pero la crecida de enero 2015 obligó a realizar un nuevo análisis.

Es por esto que **estas curvas de descarga se encuentran en período de revisión a partir del 2015, por lo que no se presentan los caudales desde enero hasta tanto se reciba la expresión oficial.**

En plena crecida, el 06 de Febrero de 2015 el MASPyMA aforó en esta sección **360,22 m³/s** para una altura de **6,36m**. **La ubicación de este aforo en el desarrollo de la crecida, se puede apreciar en la gráfica siguiente de alturas hidrométricas.**

Se incorporaron 2 aforos en el mes de Mayo 2015 para esta estación, realizados por el MASPyMA.

3.14.2. Alturas Hidrométricas



*Río Salado en RPNº39, Provincia de Santa Fe.
Información del sensor desde el 06/08/2014 hasta el 31/12/2015*

4. NIVELES DE EMBALSES

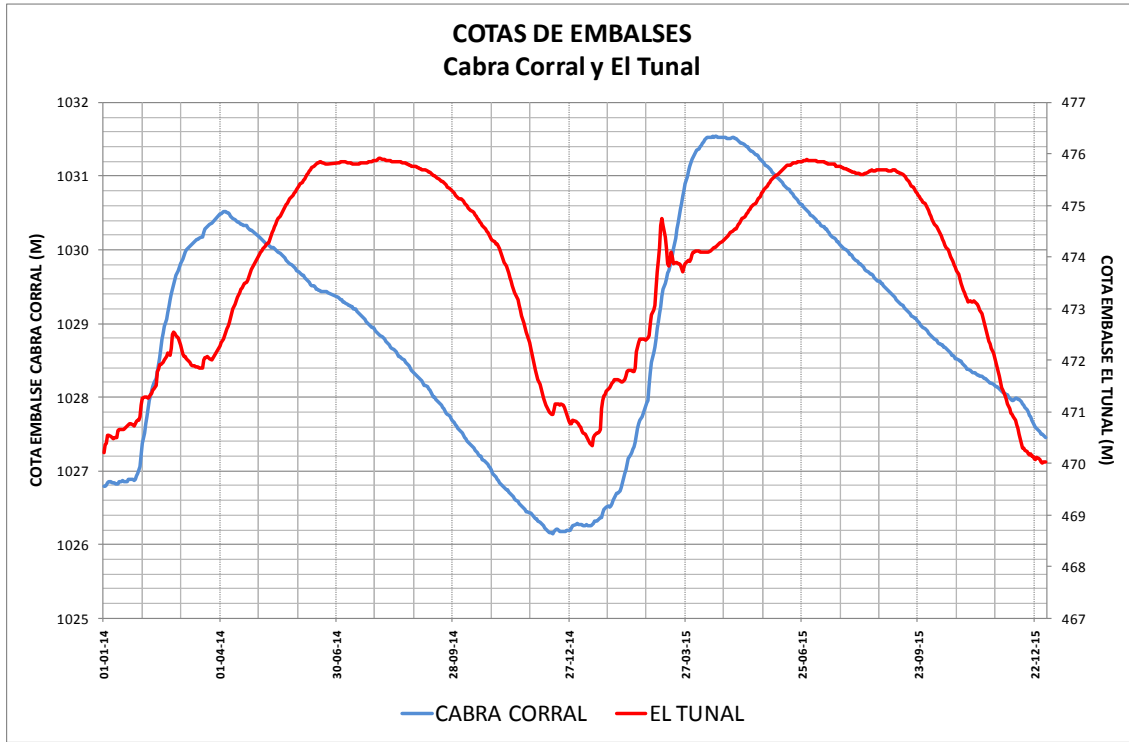
En este punto, se presentan los niveles de los embalses de Cabra Corral, El Tunal, El Dique N. Kichner (ex Figueroa), el Azud de Colonia Dora y el Azud de Tostado.

4.1. Embalses de Cabra Corral y El Tunal

Para realizar un análisis que permita conocer y evaluar el comportamiento de los niveles de embalse, para conocimiento de las provincias involucradas en la cuenca interjurisdiccional, se deberán solicitar y analizar de los informes de AES Argentina Generación S.A. - Centrales Cabra Corral y El Tunal.

Un detalle a resaltar es que Cabra Corral, tuvo en Abril de 2015, los niveles más altos de embalse del período considerado.

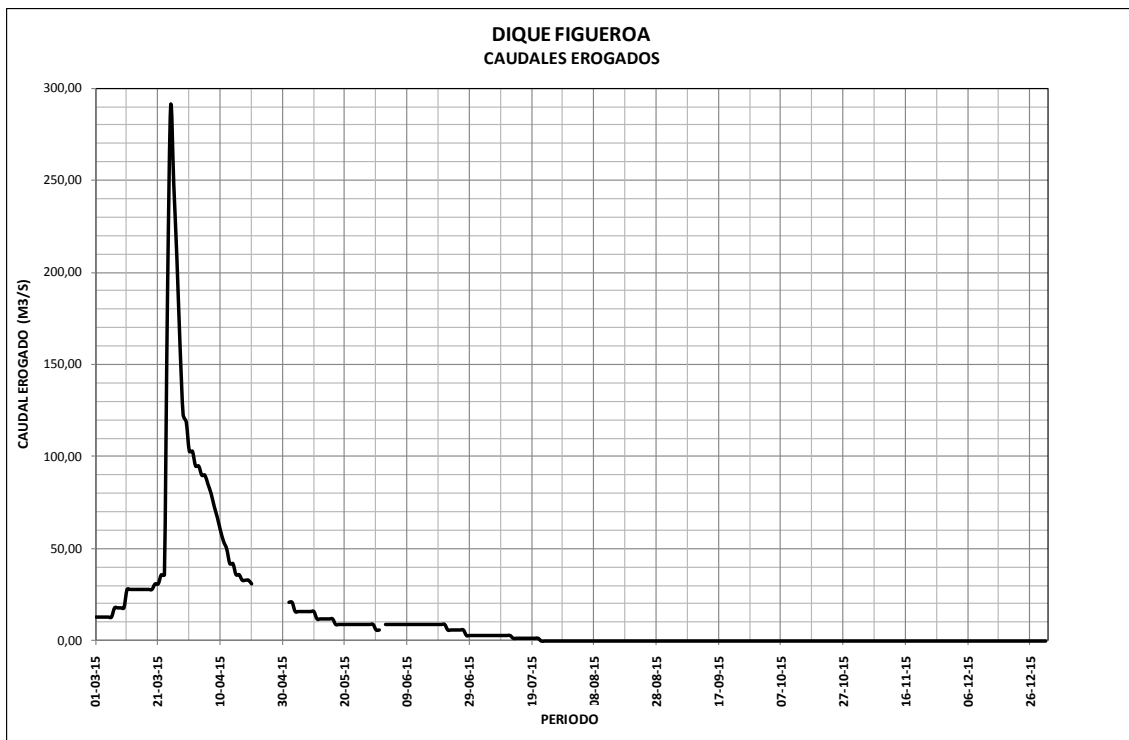
En el siguiente gráfico, se pueden apreciar las variaciones de los niveles de embalses en ambas represas desde el 01 de enero de 2014 hasta el 30 de Noviembre de 2015.



Los datos corresponden al periodo 01/01/2014 – 31/12/2015. Algunas interrupciones fueron interpoladas para la gráfica. La actualización de la información se realizó gracias al aporte del Ing. Mario Basannickisch del INTA Reconquista.

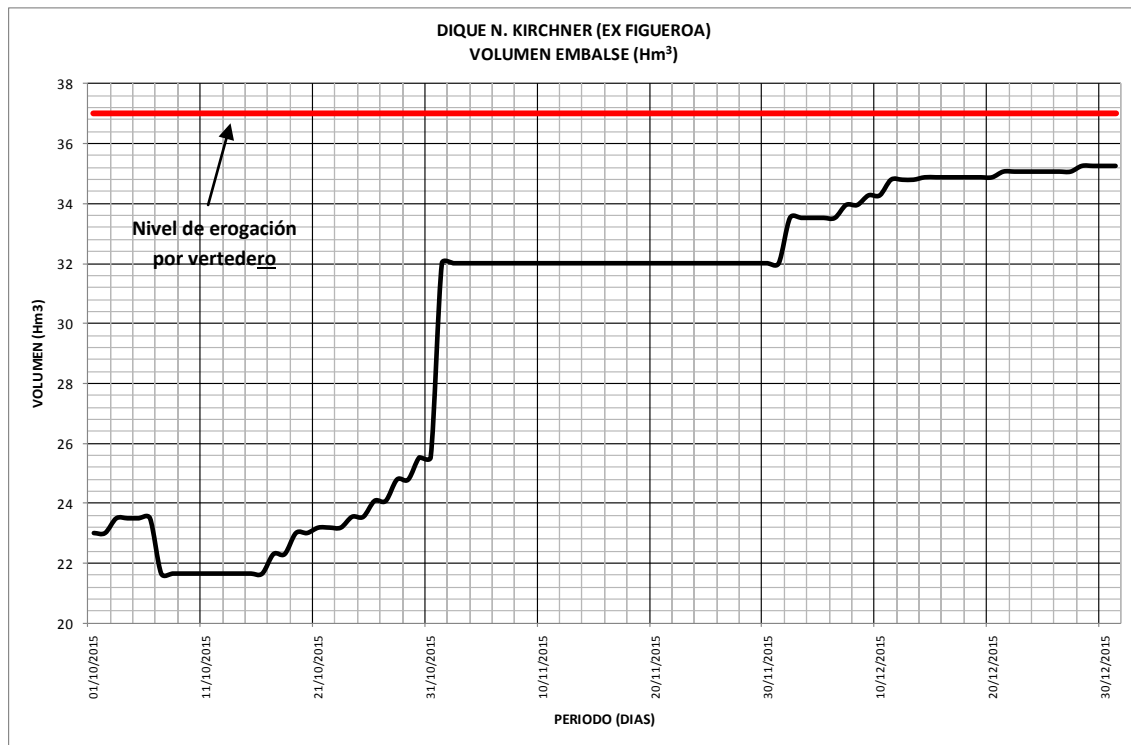
4.2. Dique N. Kirchner (ex Figueroa)

4.2.1. Caudales Erogados



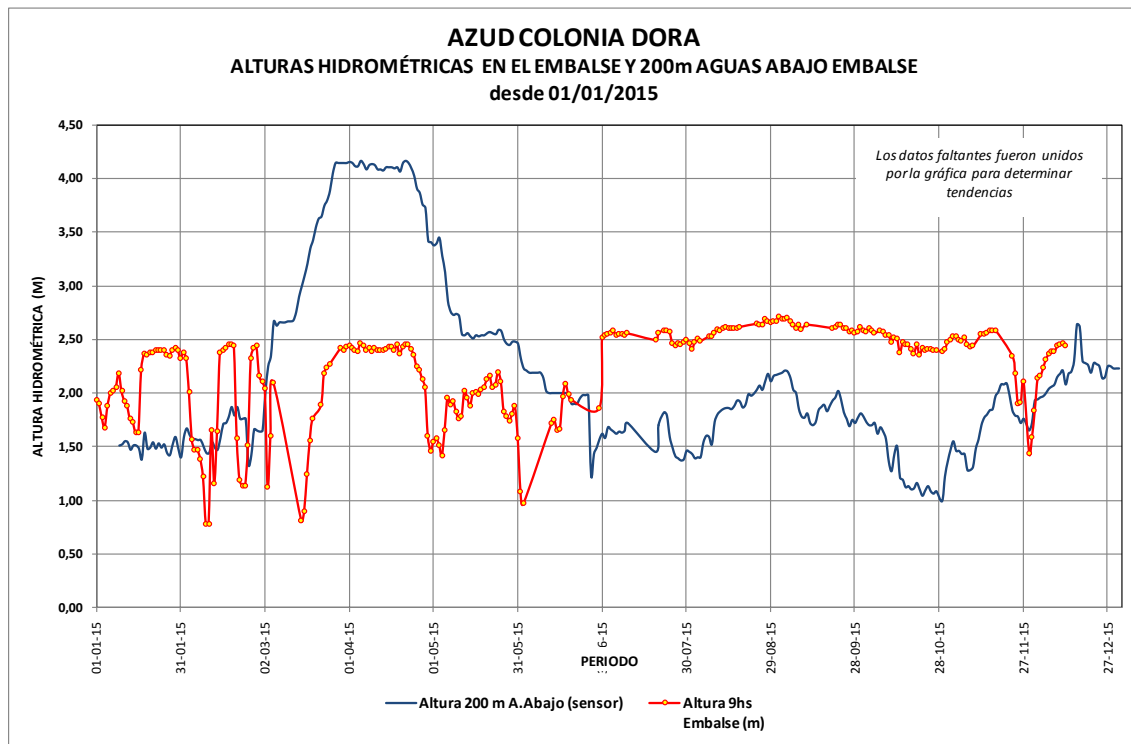
Información aportada por la APRH de Sgo. Del Estero (Ing. J. Pavón).
Caudales erogados en el periodo 01/03/2015 – 31/12/2015 (Pto 3.4.2.)

4.2.2. Volúmenes En El Embalse



*Volúmenes en el embalse período Octubre - Diciembre 2015
Datos aportados por la APRH de Sgo. del Estero*

4.3. Azud Colonia Dora (La Niveladora)



Alturas hidrométricas correspondientes al período 01/01/2015 – 31/12/2015.

A partir de Marzo 2015, tanto el hidrómetro ubicado al Pie De Presa como el del Embalse, no se leen más por disposición de la SSRHN. En su reemplazo se

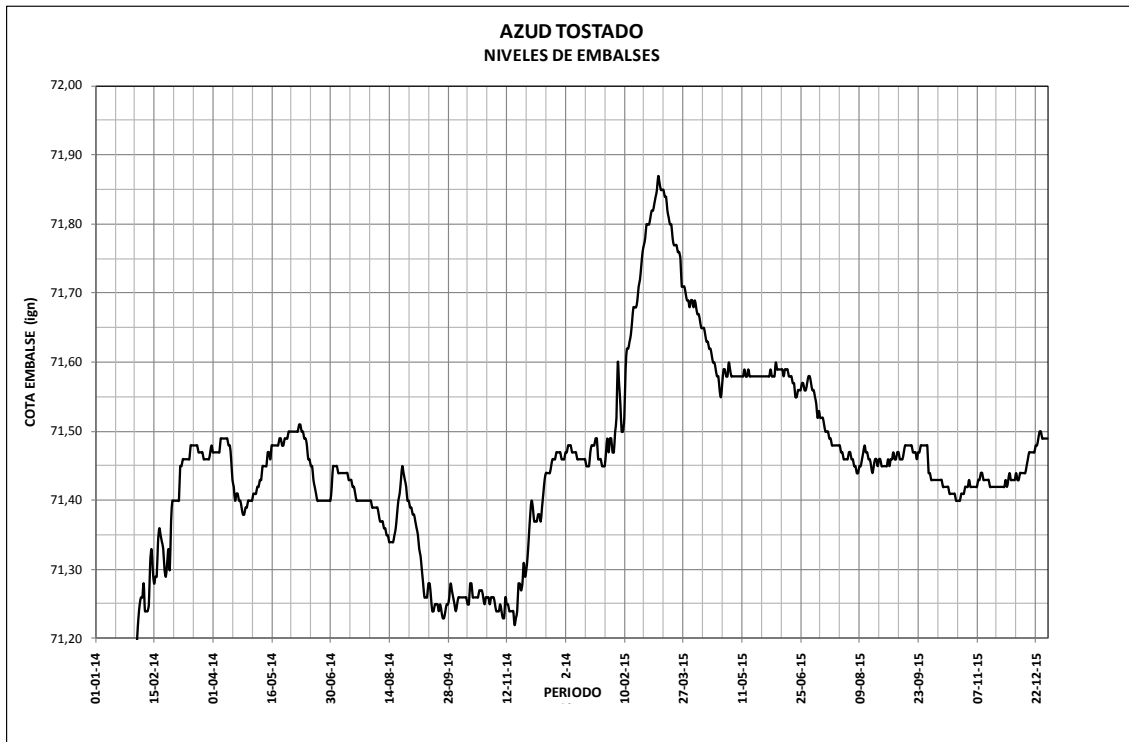
instalaron 2 sensores de presión, en el Embalse y a 200m aguas abajo del mismo, valores que presento la gráfica y que corresponden a alturas relativas, estando pendiente referirlas al IGN.

Se observan fluctuaciones en los niveles hidrométricos debido a las políticas de embalse llevadas a cabo para distintos usos del agua.

4.4. Azud Tostado

En el gráfico siguiente, se representan las cotas del embalse de Tostado.

Se grafican los niveles a partir de la cota de coronamiento (71,20m) para visualizar mejor las variaciones. El embalse llegó al nivel de coronamiento el 2 de febrero de 2014.



En este gráfico vemos las variaciones en los niveles del embalse, correspondientes al período 01/01/2014 – 31/12/2015.

5. PLANILLA RED BÁSICA HIDROMÉTRICA

Se adjunta a este informe como Anexo la Planilla de la Red Hidrométrica con la información recibida (COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.xls)



Orlando M. Bande
Ing. en Rec. Hídricos
Mat N° 1-0571-6

INFORME N° 21

ANEXO PLANILLA

(COHIFE - ESTRUCTURA PRELIMINAR BASE DE DATOS HIDROMÉTRICA SPJ SALADO.pdf)

DICIEMBRE

2015

Ing. Orlando M. Bande