

# **SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO**

## **INFORME FINAL**

**OCTUBRE 2013**

1

## ÍNDICE

|                                                                                                                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ANEXOS .....</b>                                                                                                                                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>ABREVIATURAS .....</b>                                                                                                                                                                              | <b>5</b>  |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>                                                                                                                                                                  | <b>6</b>  |
| I.1 ANTECEDENTES .....                                                                                                                                                                                 | 6         |
| I.2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....                                                                                                                                                               | 7         |
| <b>CAPÍTULO II. ESTUDIO CUANTITATIVO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS .....</b>                                                                                                                       | <b>8</b>  |
| II.1 CONSIDERACIONES PREVIAS.....                                                                                                                                                                      | 8         |
| II.2 LÍNEA DE BASE.....                                                                                                                                                                                | 11        |
| II.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA ACTUALES .....                                                                                                                                            | 11        |
| II.4. CONCEPTO DE NIVEL DE GARANTÍA. CONDICIONES PARA LOS PRÓXIMOS AÑOS CON OBRAS INCLUIDAS EN LÍNEA DE BASE .....                                                                                     | 12        |
| II.5. NIVELES DE GARANTÍA AL AÑO HORIZONTE .....                                                                                                                                                       | 13        |
| II.7. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS EN CUANTO AL ORIGEN DE LAS FUENTES .....                                                                                                                          | 17        |
| II.8 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....                                                                                                                                                                     | 18        |
| II.8.1. Alternativa 1.1. Presas cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes. ....                                                                                             | 18        |
| II.8.2. Alternativa 1.2. Presa cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes, con entubado Pº Severino-AACC.....                                                                | 26        |
| II.8.3. Alternativa 2.1. Toma Río de la Plata hacia Aguas Corrientes.....                                                                                                                              | 31        |
| II.8.4. Alternativa 2.2. Toma Río de la Plata con tratamiento convencional en nueva Planta Oeste. ...                                                                                                  | 39        |
| II.8.5. Alternativa 2.3. Toma Río de la Plata con proceso de desalinización. ....                                                                                                                      | 45        |
| II.8.6. Alternativa 3. Transvase de la cuenca río San José hacia Aguas Corrientes. ....                                                                                                                | 50        |
| II.9 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS EN EL INFORME DE AVANCE .....                                                                                                                          | 55        |
| <b>CAPÍTULO III. ESTUDIO CUALITATIVO: PROPUESTA Y VALIDACIÓN DE ACCIONES DE AMPLIACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE LA USINA DE AGUAS CORRIENTES .....</b>                                     | <b>59</b> |
| III.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                                                                                                                              | 59        |
| III.2. ANTECEDENTES Y ENFOQUE CONCEPTUAL .....                                                                                                                                                         | 60        |
| III.3 ACCIONES DE REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA PLANTA ASOCIADAS A PROCESOS DE REMOCIÓN DE MATERIAL SUSPENDIDO.....                                                                                | 61        |
| III.4 ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES EN PLANTA.....                                                                                                                        | 62        |
| III. 5 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE INTERVENCIONES DESTINADAS A LA AMPLIACIÓN Y MEJORA DE LAS CAPACIDADES DE CLARIFICACIÓN Y FILTRACIÓN EN PLANTA EXISTENTE.....                                    | 67        |
| III.6 VALIDACIÓN DE ACCIONES DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA PARA TRATAMIENTOS TERCIARIOS (REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y DE COMPUESTOS TÓXICOS Y/O GENERADORES DE OLOR Y SABOR). .... | 71        |
| III.6.1 Introducción.....                                                                                                                                                                              | 71        |
| III.6.2 Estado del Arte y Mejores Prácticas aplicadas al objetivo de tratamientos terciarios. ....                                                                                                     | 71        |
| III.6.3. Validación de acciones de fortalecimiento de capacidad en Planta .....                                                                                                                        | 82        |
| <b>CAPÍTULO IV. OBRAS Y ACTUACIONES CONSIDERADAS PARA EL ASEGURAMIENTO DEL AGUA AL SISTEMA METROPOLITANO Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS.....</b>                                                            | <b>86</b> |

|                                                                                                |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| IV.1 FUNCIONALIDAD DE LAS OBRAS .....                                                          | 86         |
| IV. 2. COSTOS DE LAS INVERSIONES Y COSTOS OPERATIVOS DIFERENCIALES.....                        | 87         |
| IV. 3 RESUMEN DE INVERSIONES Y COSTOS DIFERENCIALES DE OPERACIÓN.....                          | 91         |
| <b>CAPÍTULO V. ESTUDIO ECONÓMICO Y DE FACTIBILIDAD SOCIO-ECONÓMICA.....</b>                    | <b>93</b>  |
| V.1.OBJETIVOS .....                                                                            | 93         |
| V.2. ANTECEDENTES RELEVADOS .....                                                              | 93         |
| V.3. METODOLOGÍA .....                                                                         | 96         |
| V.4. BENEFICIOS DEL PROYECTO .....                                                             | 101        |
| V.5. INVERSIONES Y COSTOS OPERACIONALES .....                                                  | 104        |
| V.6. RESULTADOS .....                                                                          | 106        |
| <b>CAPÍTULO VI. VALORACIÓN AMBIENTAL .....</b>                                                 | <b>109</b> |
| VI.1. ASPECTOS GENERALES.....                                                                  | 109        |
| VI.2. IDENTIFICACIÓN DE ACTUACIONES QUE CONFORMAN LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS .....            | 109        |
| VI.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS .....                          | 110        |
| VI.4. MATRICES DE COMPARACIÓN DE AFECTACIÓN AMBIENTAL ENTRE ALTERNATIVAS.....                  | 110        |
| VI.5. CONCLUSIONES.....                                                                        | 117        |
| <b>CAPÍTULO VII. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS APROPIADA .....</b>                           | <b>118</b> |
| VII.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE COMPARACIÓN .....                                             | 118        |
| VII.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN AMBIENTAL Y FUNCIONAL .....                                      | 118        |
| VII. 3. CRITERIOS DE APTITUD FUNCIONAL Y AMBIENTAL.....                                        | 119        |
| VII. 4. PROCESO DE VALORACIÓN FUNCIONAL-AMBIENTAL.....                                         | 120        |
| VII.5 VALORACIÓN ECONÓMICA. VAN DE FLUJO DE INVERSIONES Y COSTOS OPERATIVOS DIFERENCIALES..... | 125        |
| VII.6 RESUMEN GRÁFICO .....                                                                    | 126        |
| VII.7 RESULTADO FINAL .....                                                                    | 127        |
| <b>CAPITULO VIII. SÍNTESIS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....</b>                             | <b>127</b> |
| VIII.1 DESARROLLO CONCEPTUAL DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....                              | 128        |
| VIII. 2. RESTRICCIONES DEL SISTEMA ALTERNATIVA SOLUCIÓN.....                                   | 129        |
| VIII. 3. BALANCES DIARIOS DE LA CUENCA. RESULTADOS DE UN MODELO DE OPERACIÓN .....             | 130        |
| VIII.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS PREVISTAS.....                                        | 131        |
| VIII.4.1. Recanalización Arroyo Canelón Grande.....                                            | 131        |
| VIII.4.2. Presa Casupá.....                                                                    | 133        |
| VIII.4.3. Presa Arroyo El Soldado.....                                                         | 136        |
| VIII.5. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO COMPLEMENTARIO PARA LA ALTERNATIVA PROPUESTA             | 139        |
| VIII.6. CONSIDERACIONES GENERALES .....                                                        | 140        |
| VIII.6.1. Recrecido de Paso Severino .....                                                     | 140        |
| VIII.6.2. Análisis de la situación ante crecidas .....                                         | 140        |
| VIII.7 CONCLUSIÓN FINAL.....                                                                   | 141        |

## ANEXOS

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| I. COSTOS DE OBRA.....                                                                                | 144 |
| II. COSTOS DIFERENCIALES ANUALES DE OPERACIÓN.....                                                    | 163 |
| III. FLUJOS DE INVERSION Y EVALUACIÓN ECONÓMICA .....                                                 | 173 |
| IV. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....                                                                         | 186 |
| V. MODELOS HIDRÁULICOS.....                                                                           | 214 |
| VI. PLAN DE MONITORIZACIÓN OPERATIVA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA<br>DEL RÍO SANTA LUCÍA ..... | 225 |
| VII. PLANOS .....                                                                                     | 234 |



## ABREVIATURAS

|            |                                                      |
|------------|------------------------------------------------------|
| AACC       | Aguas Corrientes                                     |
| AHA        | Ácidos Haloacéticos                                  |
| Ao.        | Arroyo                                               |
| CHBr3      | Bromoformo                                           |
| ClO2       | Dióxido de Cloro                                     |
| D.N.H.     | Dirección nacional de Hidrografía                    |
| DaP        | Disposición a Pagar                                  |
| DINAMA     | Dirección Nacional de Medio Ambiente                 |
| Fe         | Hierro                                               |
| GAC        | Carbón Activado Granular                             |
| H2O2       | Peróxido de Hidrógeno                                |
| HAA        | Ácidos Haloacéticos                                  |
| HEC-RAS    | Hydrologic Engineering Center- River Analysis System |
| hm3        | Hectómetros cúbicos                                  |
| HOCl       | Ácido Hipocloroso                                    |
| I.N.E.     | Instituto Nacional de Estadística                    |
| I.V.A.     | Impuesto al Valor Agregado                           |
| M.G.A.P.   | Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca          |
| M.T.O.P.   | Ministerio de Transporte y Obras Públicas            |
| m/d        | Metros por día                                       |
| m/h        | Metros por hora                                      |
| m3/d       | Metros cúbicos por día                               |
| m3/h       | Metros cúbicos por hora                              |
| m3/s       | Metros cúbicos por segundo                           |
| mg/l       | Miligramos por litro                                 |
| micro S/cm | Micro siemens por cm                                 |
| Mn         | Manganeso                                            |
| Na ClO2    | Clorito de Sodio                                     |
| Na ClO3    | Clorato de Sodio                                     |
| O.P.P.     | Oficina de Planeamiento y Presupuesto                |
| Obs.       | Observaciones                                        |
| OI         | Ósmosis Inversa                                      |
| PAC        | Carbón Activado en Cloro                             |
| RANC       | Registro de Agua No Contabilizada                    |
| RPC        | Razón de Precio de Cuenta                            |
| TE         | Tamaño Efectivo                                      |
| THM        | Trihalometanos                                       |
| TIR        | Tasa Interno de retorno                              |
| TIRE       | Tasa Interna de Retorno Económico                    |
| TOC        | Carbono Orgánico Total                               |
| VAN        | Valor Actual Neto                                    |
| VANE       | Valor Actual Neto Económico                          |

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### I.1 Antecedentes

El Sistema Metropolitano abastece aproximadamente a 1:750.000 habitantes de las ciudades de Montevideo, Canelones, Ciudad de la Costa, La Paz, Las Piedras, Progreso y villas aledañas. El agua bruta para este sistema proviene del río Santa Lucía, siendo la planta potabilizadora de Aguas Corrientes el único centro de producción. La reserva de agua del Sistema de aproximadamente 70 hm<sup>3</sup>, es proporcionada por el embalse de Paso Severino, contando también con el embalse de Canelón Grande de aprox. 20 hm<sup>3</sup> (perteneciente a DNH). La seguridad del abastecimiento de la población del Sistema Metropolitano depende por lo tanto, de la cantidad y calidad del agua del río Santa Lucía en Aguas Corrientes, como única fuente de agua bruta y del buen funcionamiento de la planta de potabilización.

Ha sido una preocupación especial de la Administración, asegurar el suministro de agua potable en cantidad y calidad, de acuerdo con los mayores estándares de calidad, confiabilidad y mínima vulnerabilidad. A estos efectos, ha desarrollado a lo largo de los últimos 15 años, estudios tendientes a analizar alternativas con la finalidad de contar con elementos para la toma de decisión en cuanto a obras necesarias a ejecutar que aseguren el abastecimiento al Sistema Montevideo para un horizonte de mediano plazo. En efecto, se han efectuado numerosos estudios, donde se destacan: “Plan Director de Abastecimiento de Agua Potable a Montevideo”, Consorcio Sogreah-Safege-CSI, 2000; “Transferencia de agua del Río de la Plata a Montevideo y reforzamiento institucional de OSE”, Sogreah, 2003; “Estudios básicos para el recrecimiento del embalse de Paso Severino”, IMFIA-UDELAR, 2010.

Considerando la información disponible de tales estudios previos, así como otros complementarios fundamentalmente relacionados con la calidad del agua en la Cuenca del Río Santa Lucía, el Directorio de OSE junto con la Gerencia General, toman la decisión estratégica de encomendar a Aguasur la elaboración de un Estudio que analice la problemática e identifique, desarrolle, seleccione y proponga la alternativa más apropiada para el aseguramiento del abastecimiento de agua potable al Sistema Metropolitano hasta el año 2045 en condiciones de calidad, cantidad y máxima confiabilidad.

A efectos de elaborar el presente Estudio, se constituyó un Grupo de Trabajo integrado por personal propio de OSE y contratado, designándose además los

integrantes de un Comité de Alta Dirección, que ofician de nexo entre la Administración y el Grupo de Trabajo.

En Agosto de 2013 el Grupo de Trabajo presentó el Informe de Avance, en el que se realizaba un exhaustivo diagnóstico de la situación actual de las fuentes de abastecimiento al Sistema Metropolitano, un análisis de la demanda proyectada y en el que se establecían cuáles eran los objetivos a satisfacer por las alternativas a plantear.

## **I.2. Objetivo y Alcance del Estudio**

El objetivo del Estudio **“Selección de la alternativa para el aseguramiento del abastecimiento de agua potable al Sistema Metropolitano”**, comprende entonces la identificación y análisis de las diferentes alternativas factibles necesarias para asegurar el abastecimiento de agua potable hasta el año 2045 al Sistema Metropolitano, y la posterior selección de aquella solución más apropiada basándose en criterios técnico-económicos, funcionales y ambientales.

Para la identificación de las alternativas han sido considerados y actualizados los antecedentes de estudios realizados con anterioridad, as como incorporadas nuevas opciones y/o complementos surgidos en el desarrollo del mismo.

## **CAPÍTULO II. ESTUDIO CUANTITATIVO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS**

### **II.1 Consideraciones previas**

Del diagnóstico realizado en el **Informe de Avance** presentado en Agosto de 2013 se destacan las siguientes conclusiones fundamentales:

#### Diagnóstico cuantitativo:

- La cuenca del río Santa Lucía que abastece al Sistema Metropolitano es superabundante en términos absolutos de cantidad del recurso, siendo escasa la capacidad de regulación.
- Los caudales base de estiaje del río Santa Lucía son similares a la demanda máxima actual.
- Para demandas superiores a la actual y/o ante condiciones extraordinarias de estiaje del río, al simular el abastecimiento utilizando la serie histórica de escurrimientos (1983-2012), resulta que el Sistema agota la reserva del embalse de Paso Severino, produciéndose déficits significativos crecientes a lo largo del período de análisis (2013-2045).
- En tanto no se dispongan nuevas reservas, será necesario el bombeo del remanso del río Santa Lucía aguas abajo de la Usina de Aguas Corrientes (situación que no es siempre posible por bajo nivel del río)

**Se concluye la necesidad de incorporar en forma urgente instalaciones complementarias que permitan satisfacer la demanda futura proyectada, especialmente ante condiciones de estiajes extremos.**

#### Diagnóstico cualitativo:

- Se caracterizó el agua bruta de la Cuenca del Santa Lucía con información relevada por DINAMA y OSE (período 2005 a 2013). En base a esos datos **el agua se clasifica como APTA para consumo público, previo tratamiento convencional.**

- **Es necesario contar con instalaciones y procedimientos especiales suficientes (dosificación de carbón activado, oxidación con dióxido de cloro) para intervenir ante eventos extraordinarios** determinados por presencia de compuestos que provoquen olor y sabor y toxicidad.
- Valoraciones asociadas al último evento de olor y sabor (marzo 2013), permiten observar que caudales en el entorno de 3 m<sup>3</sup>/s en Fray Marcos, lograron disipar los máximos valores registrados de concentración de fitoplancton en el período de la incidencia.

**Se concluye que disponer un embalse de regulación complementario a Paso Severino en el tercio superior del río Santa Lucía, sumaría a su función natural de regulador de caudales, una función de minimizar preventivamente las condiciones favorables al desarrollo repentino de floraciones algales perjudiciales.**

Por otra parte, para establecer las demandas futuras, se fijó como año horizonte el 2045, diez años más adelante que el plazo considerado en el Plan Director de Agua Potable (PDAPM).

De esta manera, la población futura estimada y la demanda a satisfacer en el año horizonte son las siguientes:

#### Población:

- |                                             |                      |
|---------------------------------------------|----------------------|
| - Población Sistema Metropolitano año 2011: | 1.714.173 habitantes |
| - Población Sistema Metropolitano año 2045: | 1.827.435 habitantes |

#### Demanda

- |                                                                     |                             |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| - Demanda media año 2012:                                           | 604.852 m <sup>3</sup> /día |
| - Demanda media año 2045:                                           | 758.000 m <sup>3</sup> /día |
| Volúmenes captados desde las fuentes (10% superiores a la demanda): |                             |
| - Detracción en fuentes de agua (758.000 x 1,1)                     | 833.800 m <sup>3</sup> /día |
| - Caudal continuo equivalente                                       | 9,650 m <sup>3</sup> /s     |
| - Por redondeo                                                      | 10 m <sup>3</sup> /s        |

En definitiva, las alternativas a identificar y desarrollar deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- **Garantizar el suministro de agua para la demanda futura al año 2045.**
- **Satisfacer la demanda de agua potable al 100% de las necesidades del Sistema Metropolitano, generando las reservas de agua bruta para un periodo mínimo de 60 días en cualquier circunstancia y época del año, aún en el supuesto de disfunción grave de alguna de las fuentes de agua.**

**Todo esto sin perjuicio de fomentar acciones generales tendientes a una gestión ambiental sustentable de la Cuenca que minimice aportes de carga orgánica, nutrientes, tóxicos y agentes patógenos, así como fortalecer la implementación del monitoreo de parámetros de cantidad y calidad del agua bruta en tiempo real**

## II.2 Línea de base

Se entenderá por línea de base al conjunto de actividades que será preciso realizar para alcanzar la plena operatividad del actual sistema de abastecimiento, incluyendo el tratamiento de lodos en la Usina de AACC. Todas estas actuaciones comunes al conjunto de alternativas estudiadas son las siguientes:

Actuaciones básicas en presa Paso Severino:

- Proyectos
- Reparación de taludes
- Obra vertedero de excedencias extraordinarias

Actuaciones básicas en Usina de Aguas Corrientes:

- Instalación de dosificación de dióxido de cloro
- Ampliación de la capacidad de dosificación de carbón activado.
- Nueva toma de agua bruta adaptada a los caudales de agua futuros.
- Acondicionamiento estructural de filtros y falsos fondos de la batería de 20 filtros construida en los años 60 (el cambio de manto con granulometría de mayor TE, para aumento de capacidad de filtración, integra parte de las alternativas que centralizan en Aguas Corrientes)
- Establecimiento de instalación para el tratamiento de lodos.
- Reparación de la presa de captación de agua bruta de la Usina.

## II.3. Caracterización de las fuentes de agua actuales

El río Santa Lucía (9.500 km<sup>2</sup> de cuenca en Aguas Corrientes), la Usina de Aguas Corrientes (limitada por la capacidad de aducción a 8,865 m<sup>3</sup>/s), la represa de Paso Severino con un volumen aprox. de 70 hm<sup>3</sup> y el embalse de Canelón Grande (vol. aprox. 20 hm<sup>3</sup>) son los elementos sobre los que se establece el abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano. Durante los últimos años, se ha venido notando la mayor dependencia de los recursos almacenados por el doble efecto que supone la escasa diferencia entre las necesidades diarias de agua con los caudales medios diarios de base del río que ha dado como resultado situaciones críticas como las vividas hace pocos años. También han ocurrido eventos que han supuesto una pérdida transitoria de la calidad de las aguas brutas. Esta realidad ha sido



profusamente explicada en los capítulos III y IV del **Informe de Avance**, por lo que no se agregan más comentarios en el presente Informe Final.

#### **II.4. Concepto de nivel de garantía. Condiciones para los próximos años con obras incluidas en línea de base**

El nivel de garantía es un concepto estadístico que mide la probabilidad de no tener disfunciones o fallos en el sistema de abastecimiento. Para su cálculo se deberá determinar primero la probabilidad de fallo, restarlo de 1 y transformar el resultado a valores porcentuales. Normalmente en los sistemas de abastecimiento la escala es anual como se explicará a continuación.

El número de fallos se identifican por el número de veces que se desciende por debajo de un cierto umbral de reserva que debe ser definido por el abastecedor dentro de un plan de contingencia.

En el presente estudio se ha estimado razonable que **la reserva de agua bruta en todo momento y condición climática sea capaz de atender la demanda durante dos (2) meses.**

La contabilización del fallo se realiza siempre que los volúmenes embalsados sean iguales o inferiores que este volumen de reserva mínima por lo menos una vez (1 día) en cada año.

Por ejemplo si se corta el nivel de garantía un día en el año n, anotaremos 1 fallo lo mismo que la cortemos 10, 20, 50, o más días siempre que sea el mismo año. Si se identifican uno o más cortes en diferentes años, por ejemplo en 3 años diferentes, diremos que se contabilizan 3 fallos, sean cuales sean el número de días en los que se produce el corte.

Este concepto depende de la longitud de la serie hidrológica que representa el número de casos posibles.

Para longitudes de la serie hidrológica iguales a 29 años (serie estudiada) los niveles de garantía serían los siguientes para una determinada demanda:

En caso de no identificarse ningún día por debajo del umbral. Garantía =  $1 - 0/29 = 100\%$

En caso de identificarse 1 fallo (o más dentro de un mismo año). Garantía  $1 - 1/29 = 96,55\%$



En caso de identificarse 2 fallos (o más dentro de dos años diferentes). Garantía 1-2/29= 93,10%

## II.5. Niveles de garantía al año horizonte

La tabla N° II.1 presenta las condiciones de garantía del sistema actual **sin considerar el bombeo del remanso aguas debajo de la presa de Aguas Corrientes.**

Las simulaciones fueron efectuadas con un modelo cuya descripción está efectuada en el Anexo N°5.

Columna 1: Año representativo estudiado (del 2013 hasta el año 2045, horizonte del estudio)

Columna 2: Son los caudales medios en m<sup>3</sup>/s que es necesario bombear (bombeo de baja) a AACC para atender la demanda de cada año estudiado (10% por encima de ésta para cubrir las pérdidas de producción).

Columna 3: Garantía del año estudiado. A mayor demanda, menor es la garantía a igualdad de capacidad de regulación.

Columna 4: Existencias mínimas en Paso Severino en hm<sup>3</sup>, determinadas por simulación de la serie histórica.

Columna 5: Umbral de reserva en hm<sup>3</sup> (dos meses, contando con mínimas aportaciones naturales). Este umbral aumenta por aumentar la demanda año a año. Por ej.: para el año 2045 el umbral de reserva es  $50,862 \text{ hm}^3 = 9,65 \times 30,5 \times 2 \times 86400 / 1000000$ .

Columna 6: Diferencia entre el umbral de reserva (5) y la existencias simuladas (4) expresada en m<sup>3</sup>.

Columna 7: Número de días de un mismo año en el que el embalse está por debajo del nivel de reserva.

Columna 8: Número de años de la serie histórica que no se cumplen los criterios de garantía, a mayor demanda, mayor número de años que no se cumpliría suponiendo que se repitiera la historia.

De acuerdo a lo mencionado previamente este Estudio considera, para todas las simulaciones, que las **reservas disponibles deben contemplar un volumen mínimo de agua para dos meses de consumo.**

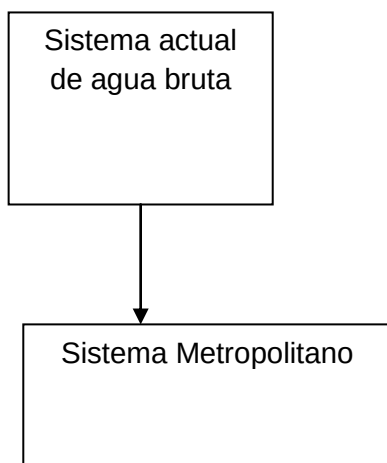
**Tabla Nº II.1. Caracterización de la garantía de abastecimiento según la serie histórica. 1983-2012**

| Año  | Recursos captados elevados a la Usina de AACC (m3/s) (2) | Garantía (3) | Mínimo embalse (hm3) (4) | Umbral de reserva (hm3) (5) | Déficit del año (m3) (6) | Nº Días que no se cumple objetivo (7) | Nº Años que no se cumple objetivo (8) | Identificación de los años con fallo |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|----------------------------------------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2013 | 7,7475                                                   | 96,55%       | 32,560                   | 40,832                      | - 8.272.331              | 65                                    | 1                                     | 2011                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2014 | 7,7948                                                   | 96,55%       | 31,780                   | 41,082                      | - 9.301.527              | 70                                    | 1                                     | 2011                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2015 | 7,8425                                                   | 96,55%       | 30,990                   | 41,333                      | - 10.343.305             | 74                                    | 1                                     | 2011                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2016 | 7,8914                                                   | 96,55%       | 30,187                   | 41,591                      | - 11.403.822             | 79                                    | 1                                     | 2011                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2017 | 7,9408                                                   | 93,10%       | 29,370                   | 41,851                      | - 12.481.094             | 89                                    | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2018 | 7,9907                                                   | 93,10%       | 28,540                   | 42,114                      | - 13.574.170             | 93                                    | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2019 | 8,0412                                                   | 93,10%       | 27,710                   | 42,380                      | - 14.670.101             | 97                                    | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2020 | 8,0922                                                   | 93,10%       | 26,870                   | 42,649                      | - 15.778.938             | 99                                    | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2021 | 8,1469                                                   | 93,10%       | 25,960                   | 42,937                      | - 16.977.256             | 102                                   | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2022 | 8,2022                                                   | 93,10%       | 25,050                   | 43,229                      | - 18.178.818             | 110                                   | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2023 | 8,2581                                                   | 93,10%       | 24,120                   | 43,524                      | - 19.403.683             | 117                                   | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2024 | 8,3147                                                   | 93,10%       | 23,180                   | 43,822                      | - 20.641.910             | 127                                   | 2                                     | 2011                                 | 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2025 | 8,3720                                                   | 89,66%       | 22,230                   | 44,124                      | - 21.893.561             | 153                                   | 3                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2026 | 8,4299                                                   | 86,21%       | 21,270                   | 44,429                      | - 23.158.697             | 174                                   | 4                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2027 | 8,4884                                                   | 86,21%       | 20,302                   | 44,737                      | - 24.435.384             | 191                                   | 4                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2028 | 8,5477                                                   | 79,31%       | 19,319                   | 45,050                      | - 25.730.686             | 225                                   | 6                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 |      |      |      |      |      |      |
| 2029 | 8,6076                                                   | 79,31%       | 18,490                   | 45,366                      | - 26.875.670             | 277                                   | 6                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 |      |      |      |      |      |      |
| 2030 | 8,6683                                                   | 79,31%       | 17,480                   | 45,685                      | - 28.205.404             | 320                                   | 6                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 |      |      |      |      |      |      |
| 2031 | 8,7297                                                   | 75,86%       | 16,450                   | 46,009                      | - 29.558.960             | 380                                   | 7                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 |      |      |      |      |      |
| 2032 | 8,7899                                                   | 72,41%       | 15,450                   | 46,326                      | - 30.876.385             | 433                                   | 8                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 |      |      |      |      |
| 2033 | 8,8512                                                   | 72,41%       | 14,430                   | 46,649                      | - 32.219.357             | 475                                   | 8                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 |      |      |      |      |
| 2034 | 8,9129                                                   | 72,41%       | 13,400                   | 46,975                      | - 33.574.714             | 511                                   | 9                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 |      |      |      |
| 2035 | 8,9754                                                   | 68,96%       | 12,360                   | 47,304                      | - 34.944.149             | 544                                   | 9                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 |      |      |      |
| 2036 | 9,0387                                                   | 68,96%       | 11,300                   | 47,638                      | - 36.337.742             | 578                                   | 9                                     | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 |      |      |      |
| 2037 | 9,1048                                                   | 62,07%       | 10,190                   | 47,986                      | - 37.795.692             | 623                                   | 11                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 |      |
| 2038 | 9,1716                                                   | 58,62%       | 9,070                    | 48,338                      | - 39.268.001             | 685                                   | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
| 2039 | 9,2374                                                   | 58,62%       | 7,970                    | 48,685                      | - 40.714.594             | 738                                   | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
| 2040 | 9,3040                                                   | 58,62%       | 6,850                    | 49,036                      | - 42.185.676             | 788                                   | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
| 2041 | 9,3715                                                   | 58,62%       | 5,720                    | 49,391                      | - 43.671.336             | 837                                   | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
| 2042 | 9,4398                                                   | 58,62%       | 4,570                    | 49,752                      | - 45.181.664             | 889                                   | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
| 2043 | 9,5091                                                   | 58,62%       | 3,410                    | 50,117                      | - 46.706.753             | 936                                   | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
| 2044 | 9,5793                                                   | 58,62%       | 2,240                    | 50,487                      | - 48.246.697             | 993                                   | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
| 2045 | 9,6504                                                   | 58,62%       | 1,048                    | 50,862                      | - 49.813.594             | 1048                                  | 12                                    | 2011                                 | 2010 | 1997 | 2008 | 1996 | 2000 | 2009 | 1983 | 2007 | 1989 | 1991 | 1987 |
|      |                                                          |              |                          |                             |                          |                                       |                                       | 159                                  | 50   | 130  | 242  | 68   | 65   | 103  | 60   | 20   | 97   | 34   | 20   |

## II.6. Objetivos de aseguramiento del abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano

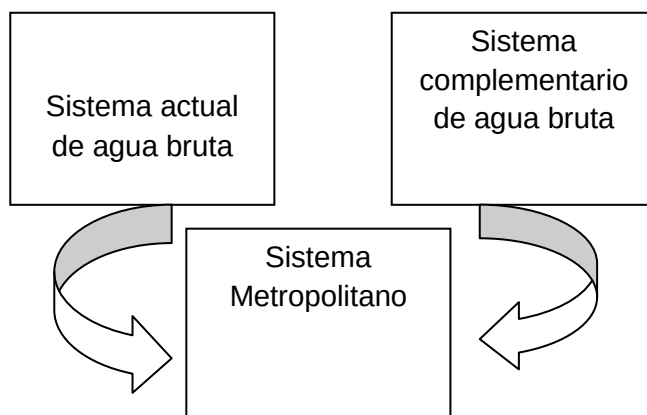
### Situación actual.

El sistema dispone de la cuenca del río Santa Lucía, regulada en el río Santa Lucía Chico mediante la única reserva de Paso Severino. La captación se realiza desde el propio río cuando los caudales son superiores a la demanda y desde Paso Severino en caso contrario.



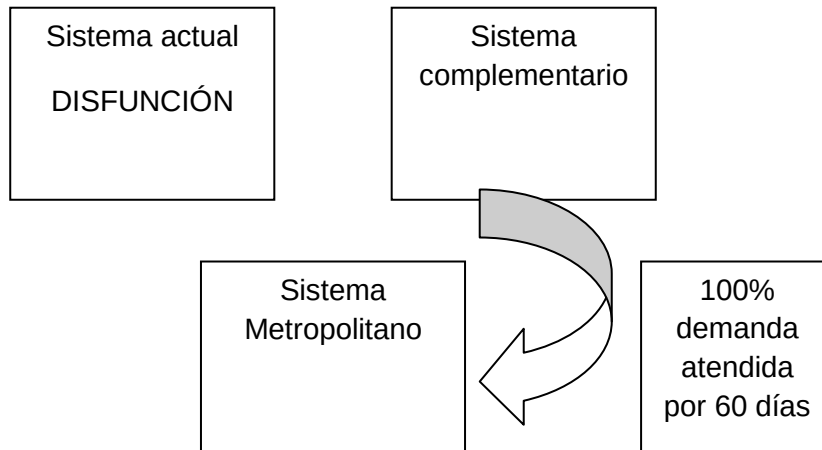
### Situación pretendida.

Sistema complementario de abastecimiento, según alternativas, aporta agua regulada y se integra en la operación normal que garantiza el abastecimiento seguro de agua bruta al Sistema Metropolitano.



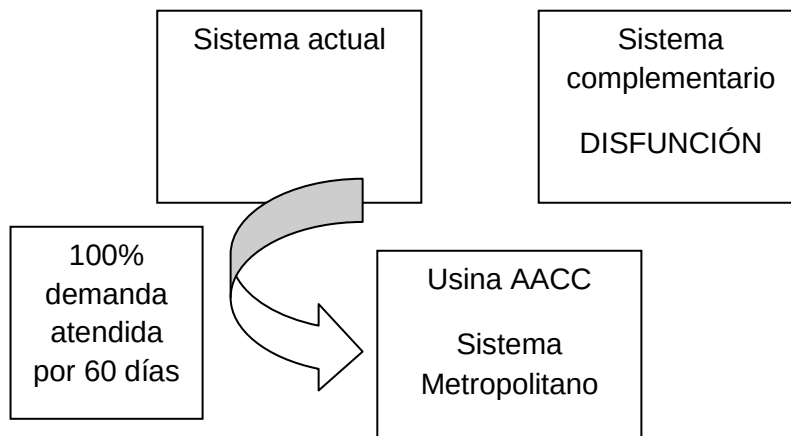
### Caso de disfunción sistema actual.

El sistema complementario aporta toda la demanda, como mínimo 60 días.



### Caso de disfunción sistema complementario.

El sistema actual aporta (como en la actualidad) toda la demanda.



## II.7. Identificación de alternativas en cuanto al origen de las fuentes

Las alternativas planteadas en el estudio se ordenan en distintos grupos, atendiendo al origen de las fuentes.

Estos grupos son los siguientes:

- **Grupo 1.** Regulación de los cursos altos del río Santa Lucía.

Estos recursos pueden ser manejados y tratados sin que necesariamente tengan que estar entubados. Para garantizar la calidad de las aguas brutas compatible con la línea de tratamiento de la Usina de Aguas Corrientes, se preverán desembalses preventivos para asegurar la calidad del agua a expensas de la regulación indicada y además las inversiones complementarias que permitan conocer en tiempo real las características de la calidad de las aguas brutas con antelación suficiente. No obstante se estudiará el entubado de los recursos captados hasta la Usina de AACC.

Dentro de este grupo se encuentran las siguientes alternativas:

Alternativa 1.1: Presas cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes.

Alternativa 1.2: Presa cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes, con entubado Pº Severino-AACC.

- **Grupo 2.** Transferencia de recursos hídricos desde el río de la Plata.

Estos recursos tienen que estar transportados confinando energía y por lo tanto han de estar necesariamente entubados. Requieren de un pretratamiento de desbaste y oxidación.

Dentro de este grupo se encuentran las siguientes alternativas:

Alternativa 2.1: Toma Río de la Plata hacia Aguas Corrientes.

Alternativa 2.2: Toma Río de la Plata con tratamiento convencional en nueva Planta Oeste.

Alternativa 2.3: Toma Río de la Plata con proceso de desalinización.

- **Grupo 3.** Transferencia de recursos hídricos de la cuenca del río San José.

Estos recursos se incorporan por transvase hacia la Usina de AACC, conservando la cota de la captación mediante una conducción en túnel para salvar la divisoria de cuencas. Es por ello inevitable el entubamiento.

Dentro de este grupo se encuentra la siguiente alternativa:

Alternativa 3: Transvase cuenca río San José hacia Aguas Corrientes.

## II.8 Estudio de alternativas

### II.8.1. Alternativa 1.1. Presas cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes.

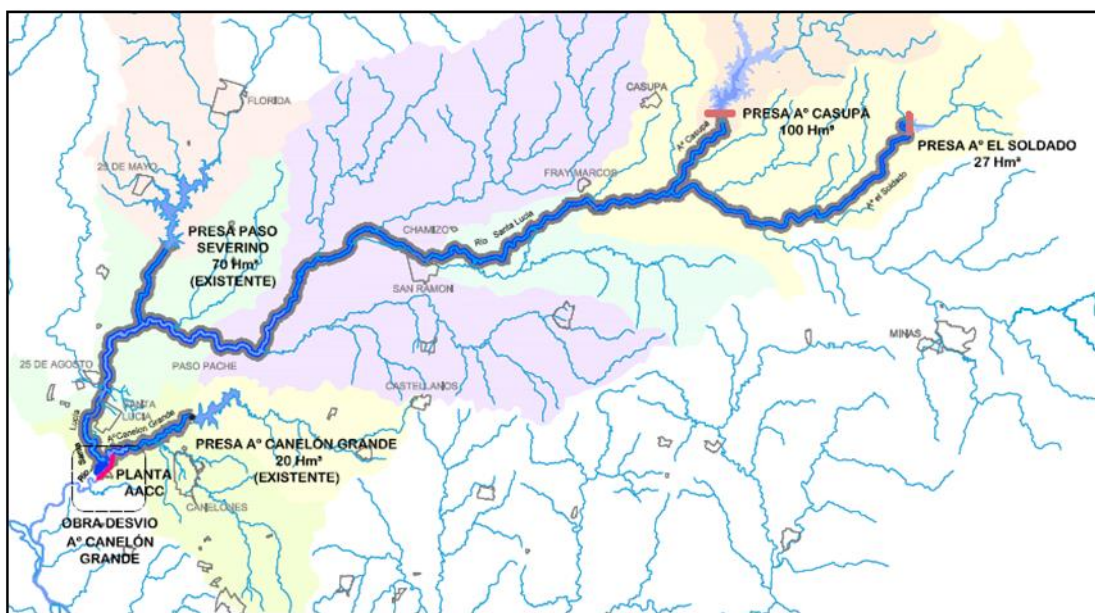


Figura N° II.1. Ilustración alternativa 1.1



## Obras incluidas en la alternativa

- Obras de Línea de base
- De incorporación de recursos: Presa de A° Casupá de 100 hm<sup>3</sup> y presa de A° El Soldado de 27 hm<sup>3</sup> (ver VIII.4 Descripción general de las obras previstas)
- De refuerzo: acondicionamiento Presa Canelón Grande de 20 hm<sup>3</sup> (Estudios de revisión de estructura de la presa. Promoción de obras con DNH)
- Otras: Desvío A° Canelón y monitorización calidad aguas brutas en tiempo real (ver VIII.4 Descripción general de las obras previstas y Anexo N°6 Plan de Monitorización)
- Obras a largo plazo: Ampliación bombeo de alta y nueva línea de aducción

## Caracterización de las fuentes de agua

### a. Embalse sobre el arroyo Casupá.

Aparece esta presa dentro de las estudiadas en el informe “Desarrollo de los recursos hídricos de la Cuenca del Río Santa Lucía” del año 1970. También fue estudiada posteriormente en el Plan Director de Agua Potable de Montevideo del año 2000. Se realizaron estudios, siendo todos ellos muy favorables desde el punto de vista geológico y estructural. Se formaría una represa de 100 hm<sup>3</sup>, alimentada por una cuenca de 685 km<sup>2</sup>. La cota del cauce corresponde a la 80 m.

### b. Embalse en arroyo El Soldado

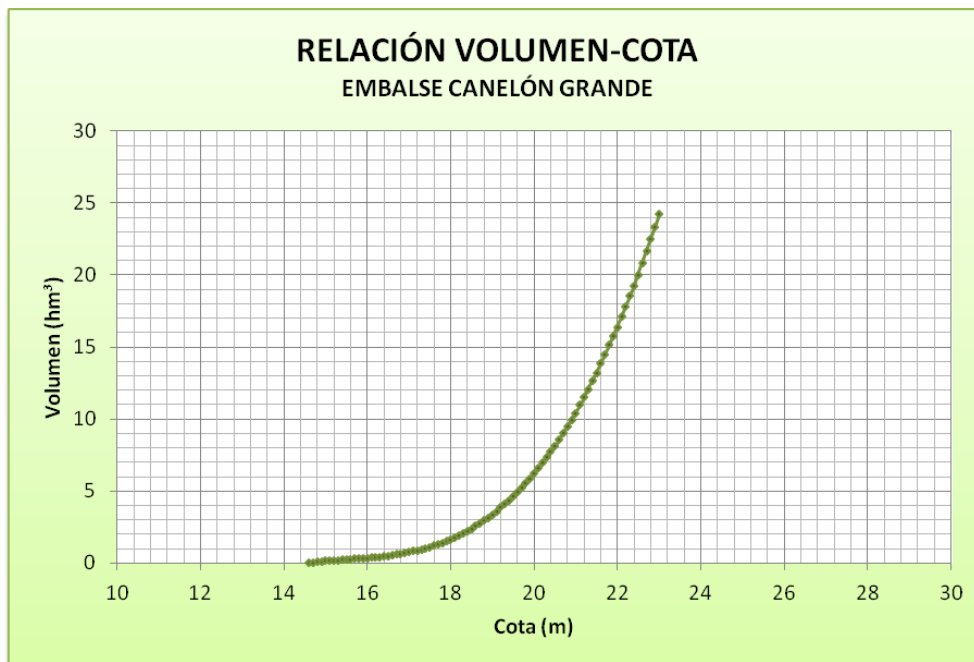
Embalse sobre el arroyo El Soldado (en Minas), interceptando una cuenca de 200 km<sup>2</sup> con 27 hm<sup>3</sup> de capacidad.

### c. Embalse en arroyo Canelón Grande

Este embalse existente de 20 hm<sup>3</sup> e interceptando una cuenca de 290 km<sup>2</sup>, puede ser utilizado como refuerzo del abastecimiento en AACC, aportando caudales regulados optimizando así su manejo con Paso Severino, Casupá y El Soldado. Puede aportar por las válvulas de 600 mm un total de 10 m<sup>3</sup>/s a la Usina de AACC, caudal suficiente para atender el 100% de la demanda del Sistema Metropolitano. Cabe resaltar que si bien este embalse es propiedad del M.T.O.P., es OSE quien dispone el manejo de las válvulas.

En el siguiente gráfico, se aprecia la relación altura/volumen para este embalse:





#### d. Embalse Paso Severino

Para este Estudio, el volumen de Paso Severino se ha tomado como el comprendido entre la cota 36,00 (75,985 hm<sup>3</sup>) y la cota mínima de operación 28,00 (9,536 hm<sup>3</sup>), lo que corresponde aproximadamente a 66,500 hm<sup>3</sup> útiles. Teniendo en cuenta que es posible extraer más de los niveles mínimos (reduciendo los caudales o bombeando con bombas sumergibles) actuaciones muy comunes si hay situación de emergencia como la que representaría tener el embalse vacío, se consideró redondear hasta los 70 hm<sup>3</sup> siempre presentes en los antecedentes.

### Manejo del sistema

#### a. En funcionamiento normal

Se contaría con cuatro presas: Paso Severino, Casupá, El Soldado y Canelón Grande y se dejaría de utilizar el bombeo del remanso del río Sta. Lucía, dado que no siempre es posible su aprovechamiento por bajo nivel del río.

Las aguas reguladas por los embalses de cabecera de Casupá y/o El Soldado son enviadas a la Usina de AACC a lo largo de más de 100 km de cauce. Los tiempos de tránsito fueron analizados utilizando el modelo HEC-RAS (Anexo 5, Modelos Hidráulicos). La decisión de aportar desde estas fuentes, lo determinará el

responsable del manejo de los recursos hidráulicos (operador de AACC). Un lugar de control crítico es la sección del río Santa Lucía en Fray Marcos, donde de acuerdo a las conclusiones del Informe de Avance, se recomienda asegurar un mínimo de 3 m<sup>3</sup>/s mediante la aportación de caudales regulados.

Para optimizar los caudales adicionales preventivos de la calidad del agua en la cuenca del río Santa Lucía aportados tanto desde Casupá como desde El Soldado se han dispuesto caudales permanentes o ecológicos y caudales complementarios en caso de no ser suficiente el aporte de la cuenca incremental.

Se efectuaron simulaciones suponiendo que, cuando el río Sta. Lucía presente caudales inferiores a 15 m<sup>3</sup>/s a su paso por AACC, se complementen los caudales necesarios con aportaciones desde los embalses, pero asegurando al mismo tiempo la condición mencionada de que en Fray Marcos el río nunca tenga caudales menores a 3 m<sup>3</sup>/s. Esta situación simulada contempla para el año horizonte una detracción en la planta potabilizadora de 10 m<sup>3</sup>/s, lo que representa un nivel asociado en el río de 3,0m (nivel del río cuando pasa por la presa de la Usina un caudal de 5 m<sup>3</sup>/s).

En la práctica, se recomienda buscar una relación entre los caudales del curso bajo y el alto para que esta doble condición quede debidamente garantizada y definir con mayor precisión el caudal a partir del cual comienzan las aportaciones complementarias y optimizar el manejo de los recursos.

Una de las prioridades en el manejo de los recursos es siempre asegurar una reserva mínima desde cualquier embalse.

Se sugiere operar a futuro la presa de Canelón Grande aportando un caudal de base próximo a 1 m<sup>3</sup>/s de forma continua (actualmente opera con aporte de 0,25 m<sup>3</sup>/s). Esta configuración es la ideal cuando esté construida la presa Casupá, puesto que permite incrementar el río Santa Lucía en 1 m<sup>3</sup>/s (igualando el efecto del bombeo del remanso). Sin embargo, en tanto no se construya Casupá, es recomendable mantener el embalse Canelón Grande aportando un caudal bajo (situación actual), lo que permite su renovación, de forma que su volumen no descienda de 18 hm<sup>3</sup>, y así utilizarlo de refuerzo de Paso Severino como complemento de las reservas. Para los requerimientos actuales de aprox. 8 m<sup>3</sup>/s, este embalse sería capaz de suministrar el agua bruta necesaria durante 25 días.

#### b. Con disfunción en Paso Severino

Caso de que no pueda ser utilizado los recursos de Paso Severino, todo el abastecimiento se realizará desde el conjunto de las presas Casupá, El Soldado y

Canelón Grande. Los requisitos de aseguramiento de la garantía y reservas así lo posibilitan durante 60 días como mínimo.

c. Sin Casupá/El Soldado

Recíprocamente, en caso de no poder utilizarse los recursos de Casupá/El Soldado, todo el abastecimiento de agua bruta sería desde Paso Severino y Canelón Grande, por estar garantizadas reservas por 60 días con un correcto movimiento de recursos, según se ha indicado en la forma de operar en condiciones normales.

### Requisitos de aseguramiento

El sistema cumple los requisitos de garantía. La tabla N° II.2 resume la evaluación de los requisitos con los que se debe asegurar el abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano. Como puede comprobarse se verifican los tres requisitos con distintos grados de cumplimiento.

Cabe acotar que la reserva requerida es la correspondiente a dos meses (50,862 hm<sup>3</sup> para el año 2045, como antes) pero reduciéndola a 40,979 hm<sup>3</sup>, por **considerar que en la práctica siempre hay escurrimiento** (en estiaje 9 hm<sup>3</sup>, que surgen al considerar aprox. 0,7 l/s por km<sup>2</sup>).

Tabla N° II.2. Planilla de aseguramiento correspondiente a la alternativa 1.1.

| Alternativa 1.1                         | Nivel de garantía | Reservas reales (hm <sup>3</sup> ) | Reservas requeridas (hm <sup>3</sup> ) | Monitorización | Aportación regulada | Entubamiento    |
|-----------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------|---------------------|-----------------|
| Sistema actual de agua bruta            | 100%              | 42,337                             | 40,979                                 | Si             | Si                  | No es necesario |
| Sistema de agua bruta Casupá/El Soldado | 100%              | 46,379                             | 40,979                                 | Si             | Si                  | No es necesario |

**Resultados de la simulación del modelo en funcionamiento normal.**

El embalse de Casupá aportaría 3 m<sup>3</sup>/s cuando el caudal en el río Santa Lucía en AACC sea menor a 15 m<sup>3</sup>/s.

El embalse de El Soldado aportaría 1 m<sup>3</sup>/s cuando el caudal en el río Santa Lucía en AACC sea menor a 15 m<sup>3</sup>/s y la presa Canelón Grande aportaría 1 m<sup>3</sup>/s de forma permanente.

**El embalse de Paso Severino comenzaría a aportar cuando los niveles del río en AACC así lo requieran.**

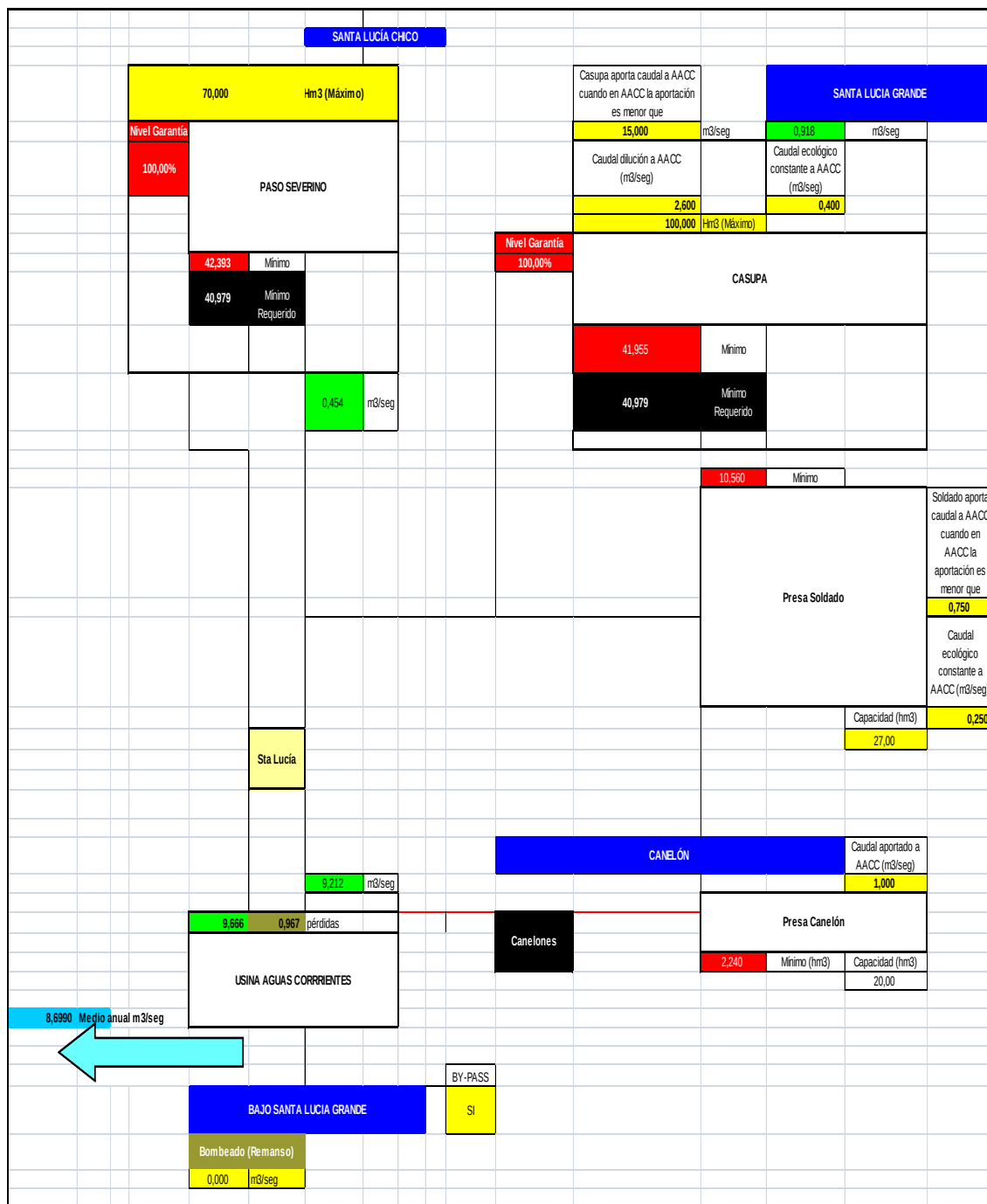


Figura N° II.2 Resultados para la alternativa 1.1 en la situación modelada.

## Salidas gráficas

En el gráfico de la figura N° II.3 se indican los movimientos de los embalses operados en  $\text{hm}^3$  y el umbral entre 1983 y 2012 con las condiciones de demanda al año horizonte que condiciona el nivel de fallo que se emplea para la determinación de la garantía. Cada embalse está representado por un color, señalándose que el registro correspondiente a “excedentes” representa los caudales que rebasan AACC sin utilización alguna y que podrían ser aprovechados con sistemas regulatorios de mayor alcance. Por motivos de escala se encuentran divididos por 10.

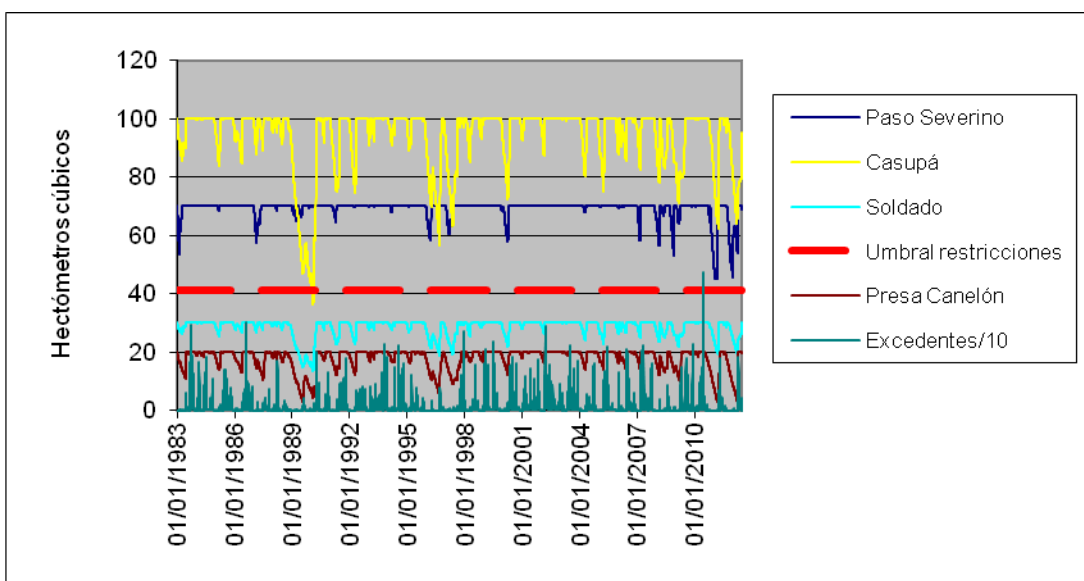


Figura N° II.3. Salida gráfica modelo alternativa 1.1.

En la simulación al año 2045, el volumen mínimo del embalse de Paso Severino sería  $42,337 \text{ hm}^3$  y el de Casupá sería  $46,379 \text{ hm}^3$ , siempre que se operen los embalses con caudales ecológicos constantes todo el año (los que figuran en la simulación) y caudales complementarios (también los que figuran en la simulación), cuando en AACC el río Santa Lucía lleve menos de  $15 \text{ m}^3/\text{seg}$  y asegurando siempre más de  $3 \text{ m}^3/\text{seg}$  en Fray Marcos. En esta configuración simulada, se supone que en ese año, la Usina estaría demandando  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , con lo cual el caudal fluyente en el río aguas debajo de la toma de AACC sería  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo que representa un nivel de  $3,0 \text{ m}$  en AACC.



## II.8.2. Alternativa 1.2. Presa cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes, con entubado P° Severino-AACC.

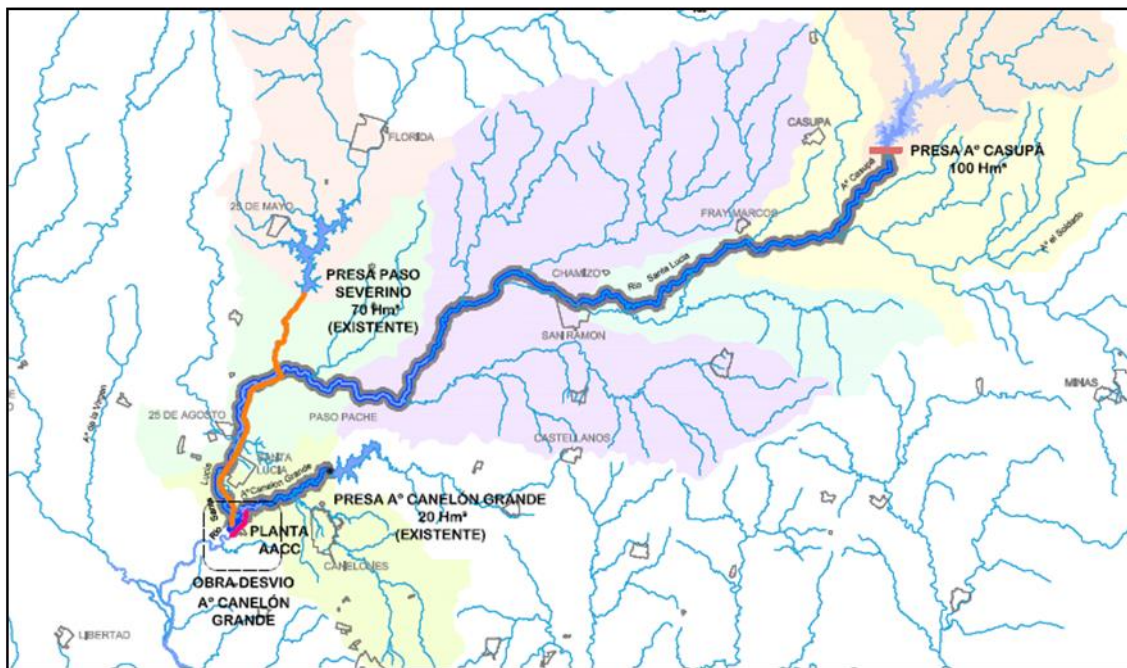


Figura N° II.4. Ilustración alternativa 1.2

### Obras incluidas en la alternativa

- Obras de Línea de base
- De incorporación de recursos: Presa de A° Casupá de 100 hm<sup>3</sup>
- Entubado entre Paso Severino y AACC
- De refuerzo: acondicionamiento Presa Canelón Grande de 20 hm<sup>3</sup> (Estudios de revisión de estructura de la presa. Promoción de obras con DNH)
- Otras: Desvío arroyo Canelón y monitorización calidad aguas brutas en tiempo real
- A largo plazo: Ampliación bombeo de alta y nueva línea de aducción



### **Caracterización fuentes de agua**

a. Embalse sobre el arroyo Casupá.

Ya comentado en la alternativa 1.1.

b. Embalse sobre arroyo Canelón Grande

Ya comentado en la alternativa 1.1.

### **Manejo del sistema**

a. En funcionamiento normal

Se manejarían tres presas: Paso Severino, Casupá y Canelón y una conducción que uniría Paso Severino con AACC.

Las aguas reguladas por el embalse de cabecera de Casupá son enviadas a la Usina de AACC a lo largo de más de 100 km de cauce. Los tiempos de tránsito son determinados por el modelo HEC-RAS. La decisión de aportar desde este sistema lo determinará el responsable del manejo de los recursos hidráulicos (operador de AACC). Uno de los lugares de control críticos es Fray Marcos, donde se deben asegurar un mínimo de 3 m<sup>3</sup>/s. El entubamiento garantizaría la calidad del agua, al no depender de los usos de la cuenca, aun sin contar con caudales suficientes.

En general, buscando una relación entre el curso bajo y el curso alto, cuando los caudales fluyentes del río Santa Lucía no son suficientes para garantizar un flujo apropiado para disponer el óptimo de calidad (caudales por debajo de los 15 m<sup>3</sup>/s en AACC), se deberán abrir las compuertas de Casupá, con la consiguiente menor detracción en Paso Severino.

Una de las prioridades en el manejo de los recursos, es lograr una distribución pareja de las reservas a lo largo del año de manera que las mismas se encuentren porcentualmente igualadas. La presa de Canelón deberá aportar un caudal de base próximo a 1 m<sup>3</sup>/s de forma continua.

b. Con disfunción en Paso Severino

Caso de que no pueda ser utilizado los recursos de Paso Severino, todo el abastecimiento se realizará desde la presa de Casupá. Los requisitos de aseguramiento de la garantía y reservas, entran dentro de las condiciones de garantía.

c. Con disfunción en Casupá

Recíprocamente, en caso de no poder utilizarse los recursos de Casupá, todo el abastecimiento se llevaría a efecto desde Paso Severino por estar garantizadas reservas por 60 días con un correcto movimiento de recursos según se ha indicado en la forma de operar en condiciones normales.

**Requisitos de aseguramiento**

El sistema cumple sobradamente los requisitos de garantía y reservas. La tabla N° II.3 resume la evaluación de los requisitos con los que se debe asegurar el abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano. En la misma se verifican los tres requisitos con distintos grados de cumplimiento. La disminución de la regulación (no está la presa de El Soldado) implica un pequeño descenso del nivel de garantía, pero siempre dentro de los límites aceptables.

**Tabla N° II.3. Planilla de aseguramiento correspondiente a la alternativa 1.2.**

| Alternativa 1.2.                    | Nivel de garantía | Reservas reales (hm <sup>3</sup> ) | Reservas requeridas (hm <sup>3</sup> ) | Monitorización | Aportación regulada | Entubamiento    |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------|---------------------|-----------------|
| <b>Sistema actual de agua bruta</b> | 100%              | 41,030                             | 40,979                                 | Si             | No se precisa       | Si              |
| <b>Sistema agua bruta Casupá</b>    | 96,55%            | 37,75                              | 40,979                                 | Si             | Si                  | No es necesario |

**Resultados de la simulación del modelo en funcionamiento normal.**

La presa Casupá aportaría 3,6 m<sup>3</sup>/s cuando el caudal en el río Santa Lucía en AACC sea menor a 12 m<sup>3</sup>/s. El aporte desde el embalse de Casupá es mayor, dado que no se cuenta en esta alternativa con la presa El Soldado, y a los efectos de mantener la garantía en 100%, se simuló la corrida con la consigna de 12 m<sup>3</sup>/s en AACC.

La presa Canelón Grande aportaría 1 m<sup>3</sup>/s de forma permanente.

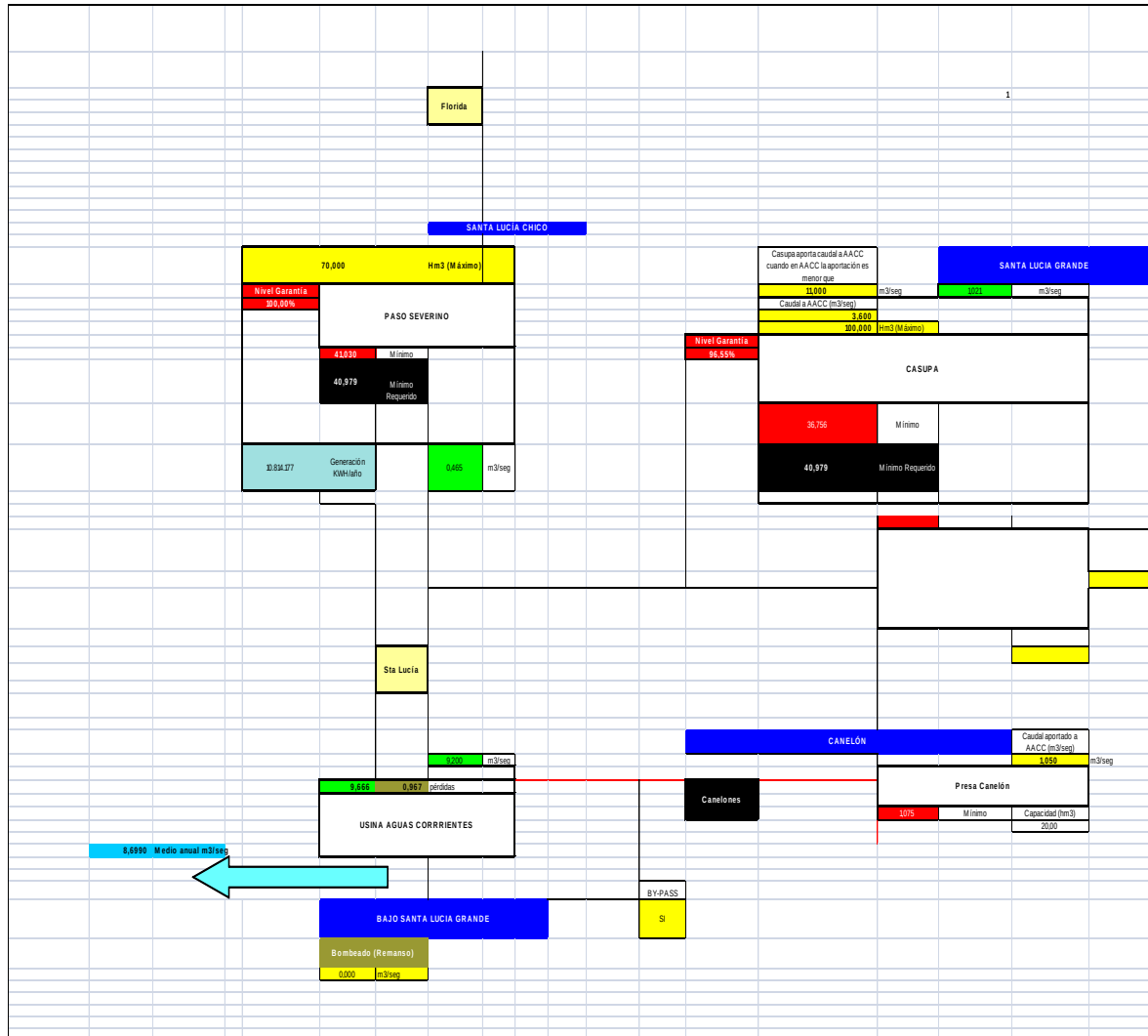


Figura N° II.5. Resultados para la alternativa 1.2 en la situación modelada

## Salidas gráficas

En el gráfico de la figura N° II.6 se indican los movimientos de los embalses operados en  $\text{hm}^3$  y el umbral entre 1983 y 2012 con las condiciones de demanda al año horizonte que condiciona el nivel de fallo que se emplea para la determinación de la garantía. Cada embalse está representado por un color, señalándose que el registro correspondiente a “excedentes” representa los caudales que rebasan AACC sin utilización alguna y que podrían ser aprovechados con sistemas regulatorios de mayor alcance. Por motivos de escala se encuentran divididos por 10.

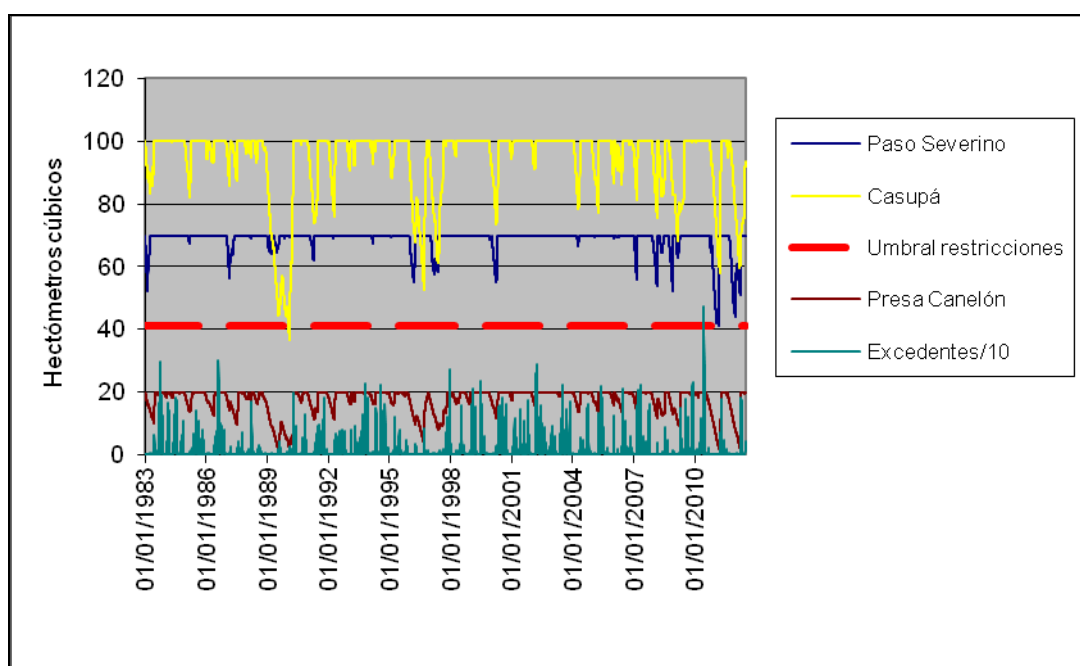


Figura N° II.6. Salida gráfica modelo alternativa 1.2.

### II.8.3. Alternativa 2.1. Toma Río de la Plata hacia Aguas Corrientes.

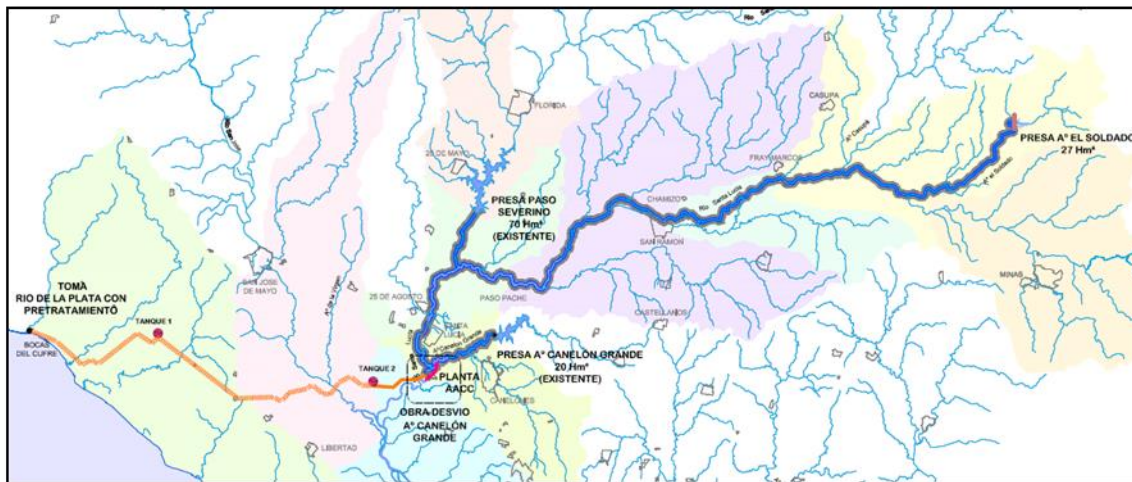


Figura Nº II.7. Ilustración alternativa 2.1

#### Obras incluidas en la alternativa

- Obras de Línea de base
- De incorporación de recursos: Presa de El Soldado de 27 hm<sup>3</sup>
- Transferencia de 4 m<sup>3</sup>/s máximos a AACC desde Bocas del Cufre
- De refuerzo: acondicionamiento Presa Canelón Grande de 20 hm<sup>3</sup> (Estudios de revisión de estructura de la presa. Promoción de obras con DNH)
- Otras: Desvío arroyo Canelón y monitorización calidad aguas brutas en tiempo real
- A largo plazo: Ampliación bombeo de alta y nueva línea de aducción

## Caracterización fuentes de agua (comunes a las alternativas 2.1, 2.2 y 2.3).

### Río de la Plata

En el estudio antecedente “*Transferencia de agua del Río de la Plata a Montevideo y reforzamiento institucional a OSE*” elaborado por Sogreah en 2003, se analizó la factibilidad de uso del agua del Río de la Plata; considerando en esa oportunidad Arazatí (Depto. de San José) como punto óptimo de captación.

Continuando con los estudios, OSE efectuó campañas de medición que arrojaron niveles de salinidad y cloruros en Arazatí que presuponían necesario tratamientos complementarios a los convencionales de potabilización para su uso continuo como fuente para agua potable (por ej: Cl<sup>-</sup> = 1829 mg/l, salinidad=3,4 UPS en abril 2004 y Cl<sup>-</sup> =440 mg/l en agosto 2004).

En enero de 2009 se efectuaron mediciones simultáneas en Arazatí y Bocas del Cufré (Depto. de San José, en el límite con Depto. Colonia). Los resultados de los análisis efectuados por el Laboratorio Central de OSE se presentan en el siguiente cuadro:

| Localidad       | Conductividad (μS/cm) | Cl <sup>-</sup> (mg/l) | Obs.                       |
|-----------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|
| Arazatí         | 1041                  | 277                    | Muestra de la orilla       |
| Arazatí         | 1457                  | 381                    | Muestra a 700m de la costa |
| Bocas del Cufré | 225                   | 47                     |                            |

Se cuenta además con antecedentes de valores de cloruros del Informe “*Cuenca río Santa Lucía*” del año 1970, que se transcriben a continuación:

| Cloruros (mg/l) | Bocas del Cufré | Arazatí | Santiago Vázquez |
|-----------------|-----------------|---------|------------------|
| Promedio        | 10              | 93      | 4331             |
| Máximo          | 16              | 525     | 12950            |

Debe tenerse en cuenta que posteriormente se efectuaron modificaciones en la normativa de calidad de agua, limitándose la concentración de cloruros a 250 mg/L.

Información reciente recabada del “*Informe de evolución de la tendencia histórica de calidad de playas (costas del Río de la Plata y Océano Atlántico). Período 2007-2008 al 2011-2012*”, elaborado por DINAMA en octubre de 2012, reafirman la selección de Bocas del Cufré como punto de captación de agua del Río de la Plata que asegure el uso continuo como fuente para agua potable mediante tratamientos convencionales de potabilización.



## Conductividad

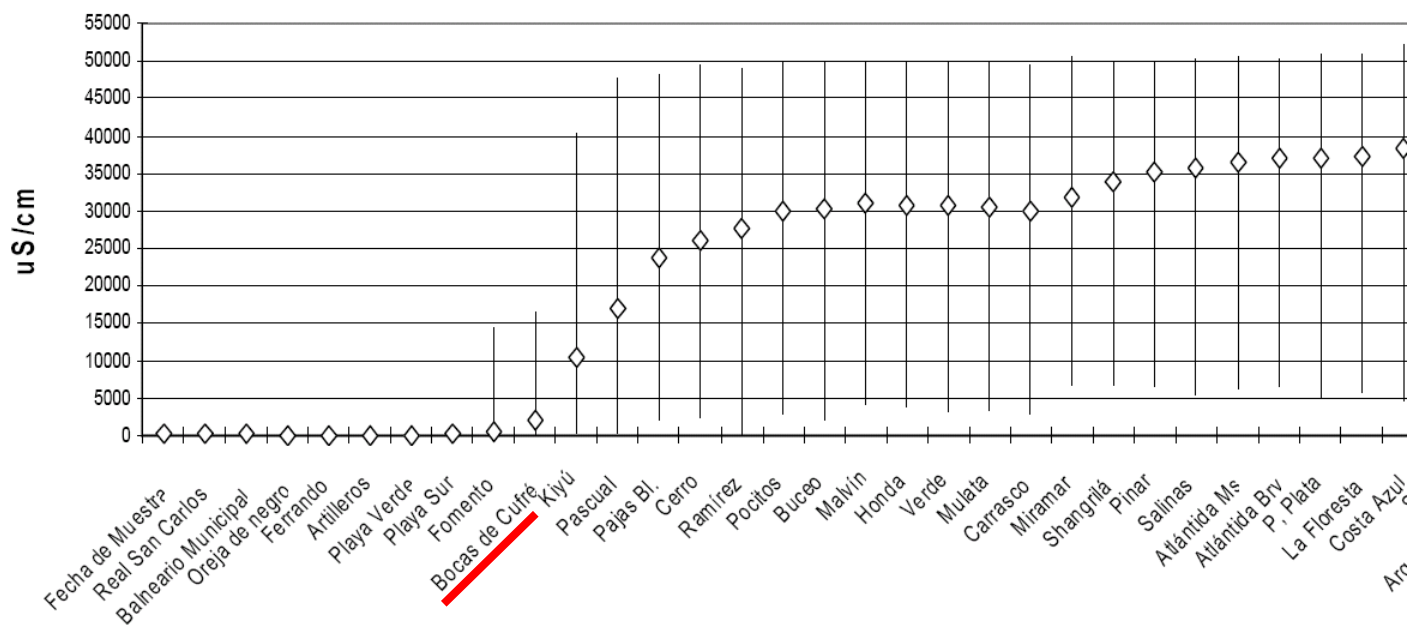


Figura N° II.8. Promedio de conductividad del agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en el período 2007-2008 a 2011-2012, según Informe DINAMA de calidad de playas.

## Salinidad

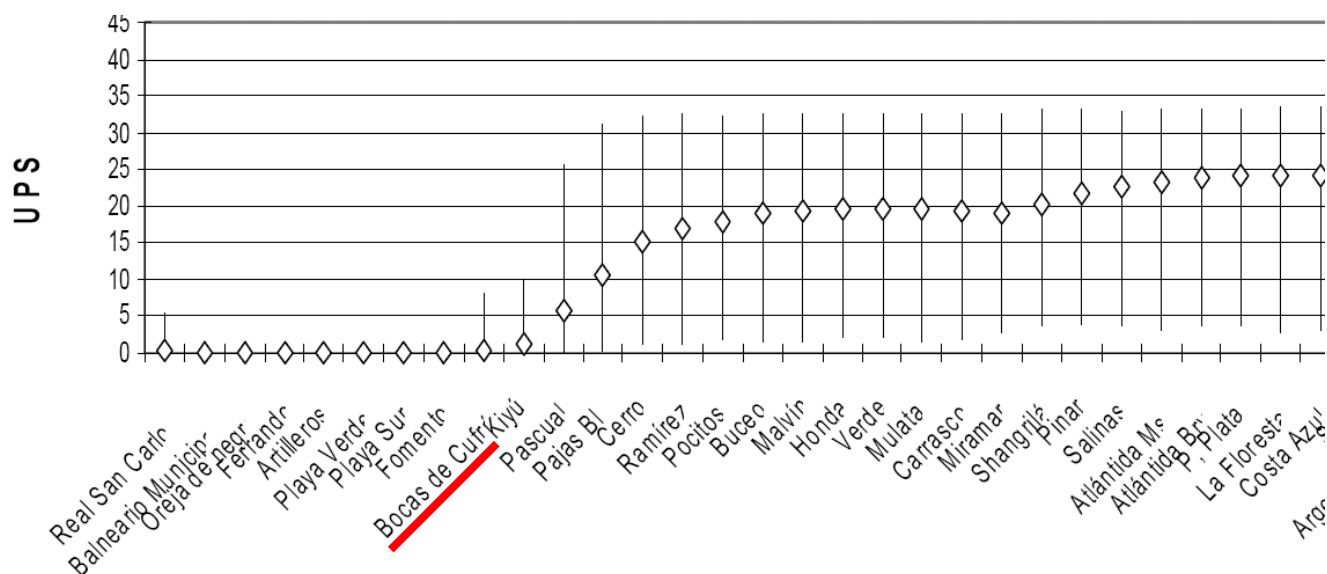


Figura N° II.9. Promedio de salinidad del agua (UPS) en el período 2007-2008 a 2011-2012, según Informe DINAMA de calidad de playas.



### **Comentarios relativos a la capacidad de transferencia de 4 m<sup>3</sup>/s a AACC**

La justificación está relacionada con un doble aspecto, por un lado con los volúmenes de reserva requeridos para dos meses sin aportación desde el sistema Paso Severino y por otro vinculado a la dimensión de las obras a realizar cuyo valor marginal se rentabiliza mejor para un caudal de 4 m<sup>3</sup>/s, que para caudales más pequeños.

La reserva de dos meses se aproxima a los 40 hm<sup>3</sup>, considerando siempre aportaciones mínimas de estiaje próximas a caudales específicos de 0,5 a 0,8 l/s por km<sup>2</sup>. Si bien la capacidad de la fuente (Río de la Plata) es infinita, no lo es la capacidad de extracción. Dimensionada la captación para 4 m<sup>3</sup>/s, esta fuente sería capaz de situar indefinidamente 10,5 hm<sup>3</sup>/mes y por tanto en dos meses 21 hm<sup>3</sup>, prácticamente el 50% de las necesidades.

El resto serían aportados desde las reservas de la presa de Canelón, cuyo volumen quedaría reservado manejado con caudales de renovación bajos (de 10.000 a 15.000 m<sup>3</sup>/día) y desde las reservas de la presa de El Soldado, que aportaría el resto de la reserva cuyo volumen dependería de la época del año, pero que nunca descendería de los 10 hm<sup>3</sup>, tomando esta cifra como una consigna de operación.

Conclusión: la aportación de 4 m<sup>3</sup>/s desde Bocas del Cufré, además de permitir un uso muy holgado de Paso Severino en cualquier circunstancia, implica obtener niveles de reserva equivalentes al resto de las alternativas.

### **Manejo del sistema**

Se deben operar la toma de agua del Río de la Plata con un pretratamiento asociado y tres embalses: Paso Severino, El Soldado y Canelón Grande.

#### **a. En condiciones normales**

Este nuevo sistema de abastecimiento podría captar hasta 4 m<sup>3</sup>/s de Bocas del Cufré y bombearlos a la Usina de Aguas Corrientes. Este aprovechamiento entraría en servicio siempre que los caudales fluyentes en el río Santa Lucía en Aguas Corrientes sean inferiores a la demanda, si bien a efectos de mantener operativo el transvase Bocas del Cufré-AACC, sería recomendable mantener un caudal de fondo de 1 m<sup>3</sup>/s para mantener las instalaciones de transferencia y pretratamiento.

La presa de El Soldado se encargaría de aportar caudales regulados para mantener los flujos requeridos en los cursos altos del Santa Lucía, asegurando caudales en Fray Marcos superiores a los 1,5 m<sup>3</sup>/s, pero menores que en las alternativas 1.1 y 1.2.

Esto se debe a que los requerimientos para la Usina de AACC desde esta fuente también serán menores, dado que la captación desde Bocas del Cufré aportará permanentemente un caudal mínimo de  $1\text{m}^3/\text{s}$ .

b. Con captación en Bocas del Cufré no operativa

En esta situación es el sistema de Aguas Corrientes–Paso Severino–El Soldado–Canelón Grande el que se encarga del abastecimiento de la población. Los requisitos de aseguramiento permiten como mínimo mantener esta configuración durante 2 meses, como se ha comentado al comienzo de esta apartado.

c. Con Paso Severino no operativo

En este caso, es la captación de Bocas del Cufré la que aportaría  $4\text{m}^3/\text{s}$ , actuando la presa de El Soldado como reserva complementaria. El volumen embalsado en este embalse dependería del año que se requiriera su aportación.

Se dispondría por ello de dos reservas, una infinita (Río de la Plata) pero que estaría limitada por la capacidad de bombeo de la toma de  $4\text{m}^3/\text{s}$  y otra limitada por las razones expuestas que es la reserva de El Soldado.

También las reservas de la presa de Canelón Grande podrían quedar sin utilización (salvo pequeños caudales de renovación) y guardaría su reserva al 100%.

## Requisitos de aseguramiento

La tabla N° II.4 resume la evaluación de los requisitos con los que se debe asegurar el abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano.

**Tabla N° II.4. Planilla de aseguramiento correspondiente a la alternativa 2.1.**

| Alternativa 2.1.                                                   | Nivel de garantía | Reservas reales (hm <sup>3</sup> ) | Reservas requeridas (hm <sup>3</sup> ) | Monitorización | Aportación regulada | Entubamiento                 |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| <b>Sistema actual de agua bruta</b>                                | 100%              | 51,5                               | 40,9                                   | Si             | Si                  | No es necesario              |
| <b>Sistema de agua bruta Bocas del Cufre-AACC/presa El Soldado</b> | 100%              | 45,8                               | 40,9                                   | Si             | Si                  | Sí. Por imperativos técnicos |

## Resultados de la simulación del modelo en funcionamiento normal

La captación de Bocas del Cufre aportaría a AACC un caudal base permanente de 1 m<sup>3</sup>/s y un caudal de 4 m<sup>3</sup>/s cuando los caudales del río Santa Lucía en AACC sean inferiores a 15 m<sup>3</sup>/s.

El embalse de El Soldado aportaría 1,2 m<sup>3</sup>/s a AACC cuando el río Santa Lucía en AACC no supera los 15 m<sup>3</sup>/s.

El embalse de Canelón Grande aportaría un caudal base de 0,3 m<sup>3</sup>/s.

El embalse de Paso Severino comenzaría a aportar cuando los niveles del río en AACC así lo requieran.

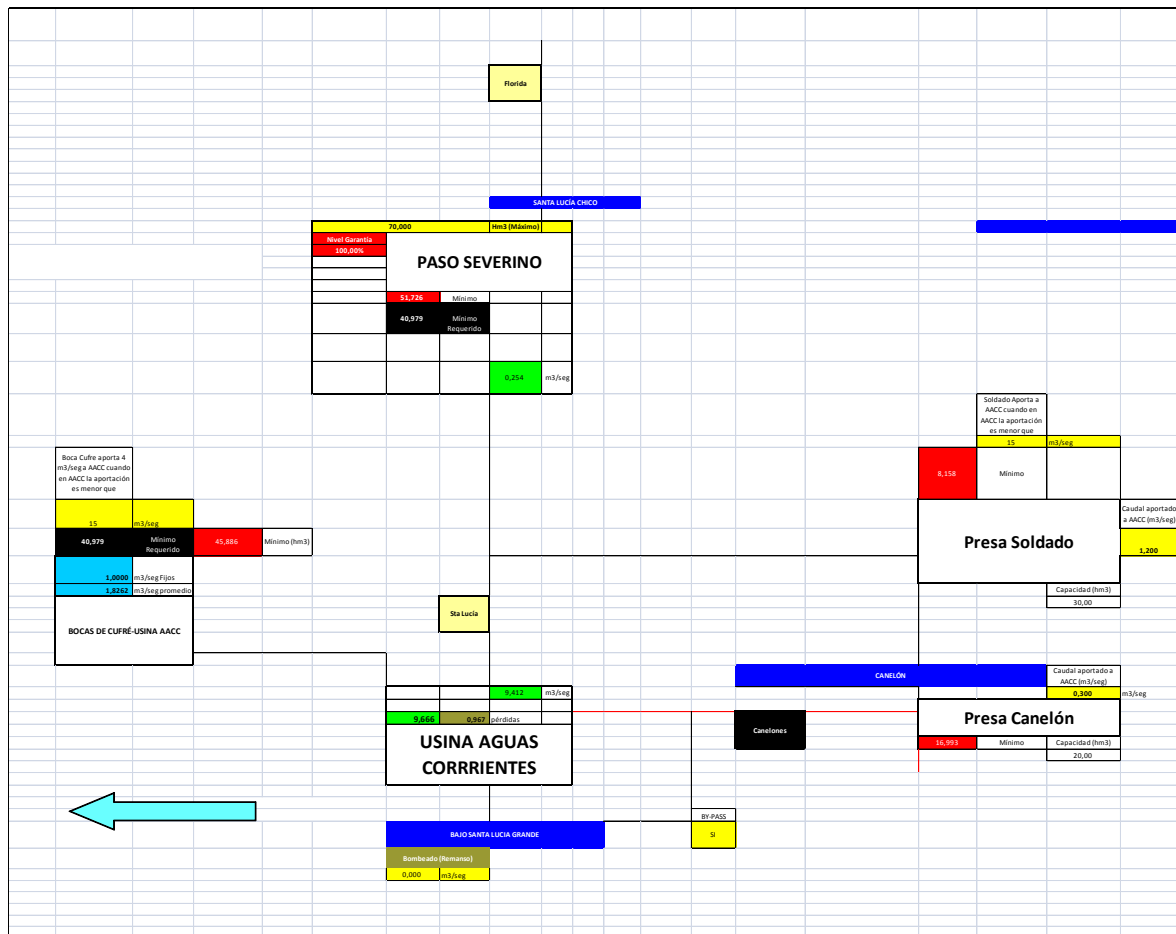


Figura N° II.10. Resultados para la alternativa 2.1 en la situación modelada

## Salidas gráficas

En el gráfico de la figura N° II.11 se indican los movimientos de los embalses operados en  $\text{hm}^3$  y el umbral entre 1983 y 2012, con las condiciones de demanda al año horizonte que condiciona el nivel de fallo que se emplea para la determinación de la garantía. Cada embalse está representado por un color, señalándose que el registro correspondiente a “excedentes” representa los caudales que rebasan AACC sin utilización alguna y que podrían ser aprovechados con sistemas regulatorios de mayor alcance. Por motivos de escala se encuentran divididos por 10.

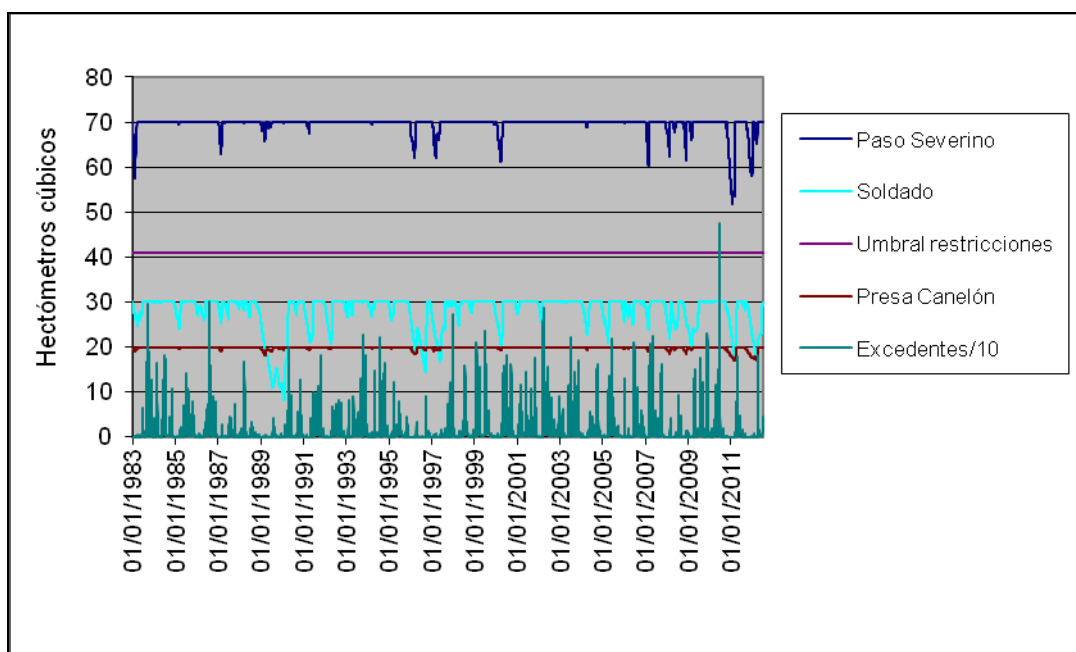


Figura N° II.11. Salida gráfica modelo alternativa 2.1

#### II.8.4. Alternativa 2.2. Toma Río de la Plata con tratamiento convencional en nueva Planta Oeste.

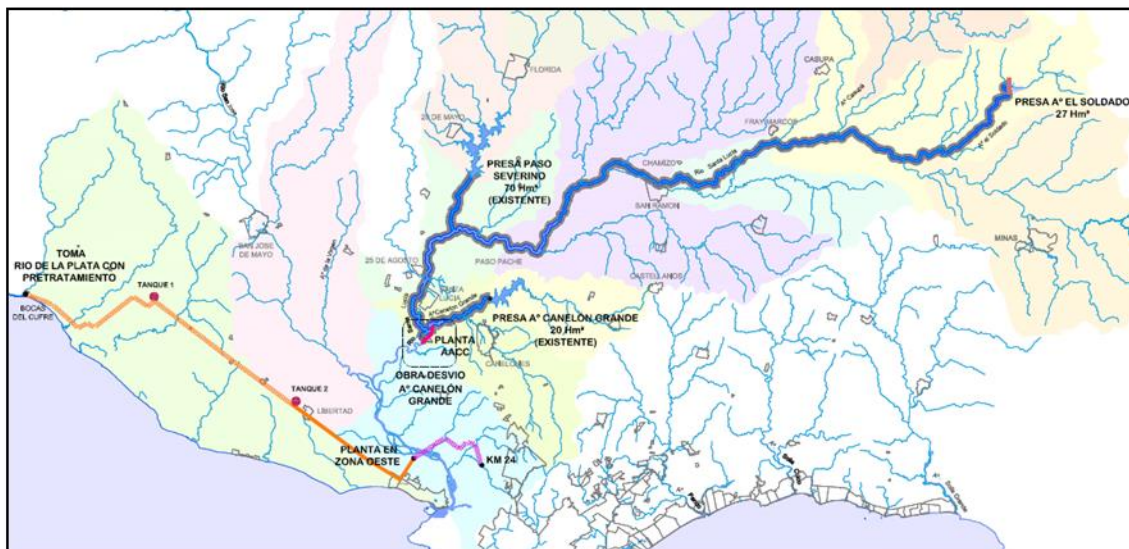


Figura Nº II.12. Ilustración alternativa 2.2

#### Obras incluidas en la alternativa

- Obras de Línea de base
- De incorporación de recursos: Presa de El Soldado de 27 hm<sup>3</sup>
- Transferencia de 4 m<sup>3</sup>/s máximos a nueva Planta Oeste y conducción a Km 24.5
- De refuerzo: acondicionamiento Presa Canelón Grande de 20 hm<sup>3</sup> (Estudios de revisión de estructura de la presa. Promoción de obras con DNH)
- Otras: Desvío arroyo Canelón y monitorización calidad aguas brutas en tiempo real

## **Caracterización fuentes de agua**

Comentado en alternativa 2.1.

## **Comentarios relativos a la capacidad de la nueva Planta Oeste**

En el análisis de la alternativa 2.1 anterior se realizó la justificación de la capacidad necesaria de una toma del Río de la Plata, a los efectos de cumplir con los requisitos impuestos para el sistema de reservas de agua bruta.

Se destaca además, que una planta de  $4\text{m}^3/\text{s}$  ubicada en la zona oeste, podría introducir al sistema el caudal demandado por la zona crítica de la ciudad, hoy abastecida mediante la 4ª Línea de Bombeo, ante un fallo total de la Usina de Aguas Corrientes.

## **Manejo del sistema**

Se deben operar la toma de agua del Río de la Plata que incluye un pretratamiento y tres embalses: Paso Severino, El Soldado y Canelón Grande y una nueva Planta potabilizadora en zona “oeste”.

### **a. Operación normal**

En condiciones normales, este nuevo sistema de abastecimiento podría captar hasta  $4\text{ m}^3/\text{s}$  de Bocas del Cufré y bombearlos a la nueva Planta Oeste. Este aprovechamiento entraría en servicio siempre que los caudales fluyentes en el río Santa Lucía en Aguas Corrientes sean inferiores a la demanda, si bien a efectos de mantener operativo el transvase Bocas del Cufré-AACC y la nueva Planta Oeste, sería recomendable mantener un caudal de fondo de  $1\text{ m}^3/\text{s}$ .

La presa de El Soldado se encargaría de aportar caudales regulados para mantener los flujos requeridos en los cursos altos del Santa Lucía, caudales que posteriormente se incorporarían a los procesos de tratamiento de AACC.

La presa Canelón Grande mantendría un caudal constante de renovación, para que esta presa se encuentre permanentemente llena como elemento de reserva.

### **b. Captación en Bocas del Cufré no operativo**

En esta situación es el sistema de Aguas Corrientes–Paso Severino-El Soldado-Canelón Grande el que se encarga del abastecimiento de la población. Los requisitos



de aseguramiento, permiten como mínimo mantener esta configuración durante 2 meses.

c. Paso Severino no operativo

En este caso, es la captación de Bocas del Cufré la que aportaría 4 m<sup>3</sup>/s, actuando la presa de El Soldado como reserva complementaria, exactamente igual que en la alternativa 2.1.

Se dispondría por ello de dos reservas, una infinita (Río de la Plata) pero que estaría limitada por la capacidad de bombeo de la toma, 4m<sup>3</sup>/s y otra que representaría el conjunto de las existencias de las presas de El Soldado y Canelón.

### Requisitos de aseguramiento

La tabla N° II.5 resume la evaluación de los requisitos con los que se debe asegurar el abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano.

**Tabla N° II.5. Planilla de aseguramiento correspondiente a la alternativa 2.2.**

| Alternativa 2.2                                                                  | Nivel de garantía | Reservas reales (hm <sup>3</sup> ) | Reservas requeridas (hm <sup>3</sup> ) | Monitorización | Aportación regulada | Entubamiento             |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------|---------------------|--------------------------|
| <b>Sistema actual de agua bruta</b>                                              | 100%              | 52,2                               | 40,9                                   | Si             | Si                  | No es necesario          |
| <b>Sistema de agua bruta Bocas del Cufré-nueva Planta Oeste-presa El Soldado</b> | 100%              | 45,8                               | 40,9                                   | Si             | No se precisa       | Si, por razones técnicas |

### **Resultados de la simulación del modelo en funcionamiento normal**

La captación de Bocas del Cufré aportaría a la nueva Planta Oeste un caudal base permanente de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  y un caudal de  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  cuando los caudales del río Santa Lucía en AACC sean inferiores a  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La presa de Canelón Grande aportaría un caudal base de  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La presa El Soldado aportaría  $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$  cuando el río Santa Lucía en AACC no supera los  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

El embalse de Paso Severino comenzaría a aportar cuando los niveles del río en AACC así lo requieran.

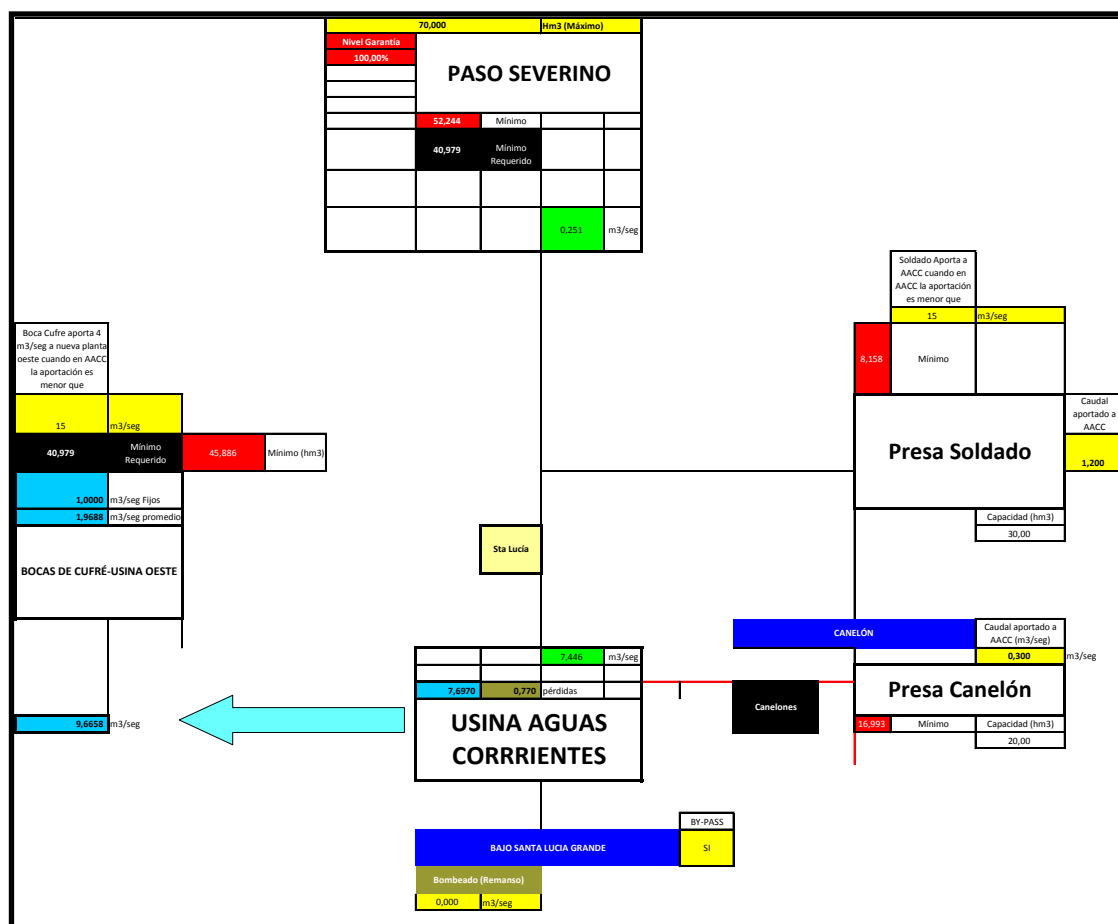


Figura Nº II.13. Resultados para la alternativa 2.2 en la situación modelada

## Salidas gráficas

En el gráfico de la figura II.14 se indican los movimientos de los embalses operados en  $\text{hm}^3$  y el umbral entre 1983 y 2012 con las condiciones de demanda al año horizonte que condiciona el nivel de fallo que se emplea para la determinación de la garantía. Cada embalse está representado por un color, señalándose que el registro correspondiente a “excedentes” representa los caudales que rebasan AACC sin utilización alguna y que podrían ser aprovechados con sistemas regulatorios de mayor alcance. Por motivos de escala se encuentran divididos por 10.

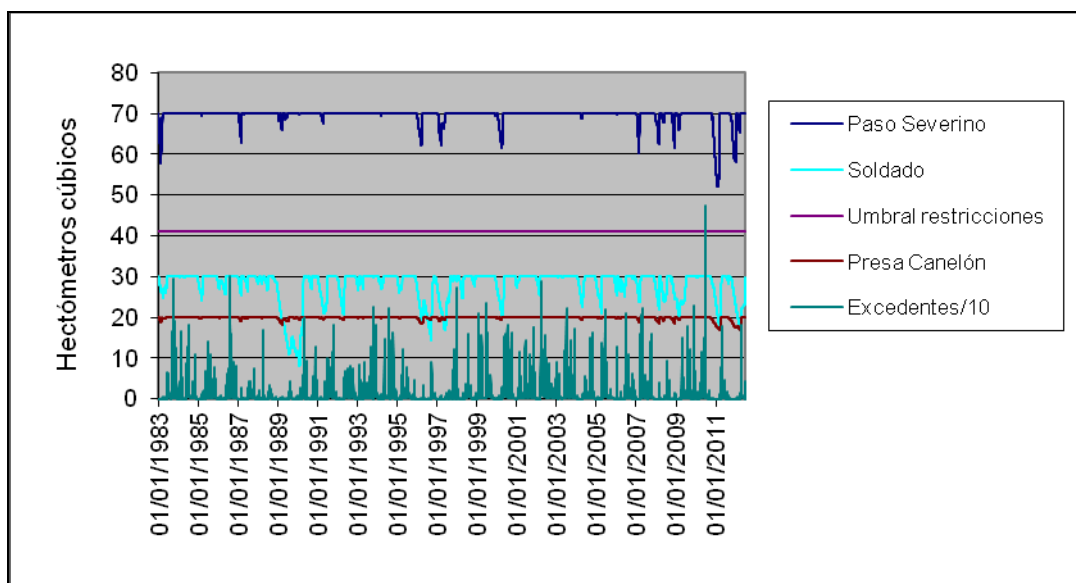


Figura N° II.14. Salida gráfica modelo alternativa 2.2

### II.8.5. Alternativa 2.3. Toma Río de la Plata con proceso de desalinización.

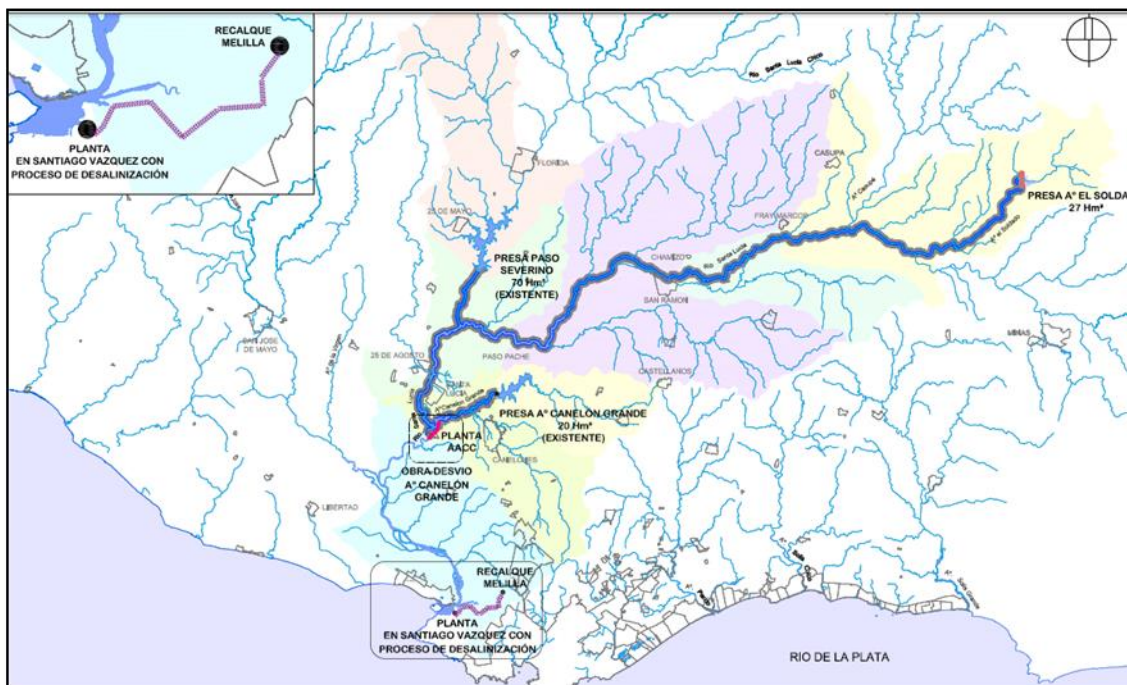


Figura N° II.15. Ilustración alternativa 2.3.

#### Obras incluidas en la alternativa

- Obras de Línea de base
- De incorporación de recursos: Presa de El Soldado de 27 hm<sup>3</sup>
- Transferencia de 4 m<sup>3</sup>/s máximos a nueva Planta de Ósmosis inversa y conducción a Melilla
- De refuerzo: acondicionamiento Presa Canelón Grande de 20 hm<sup>3</sup> (Estudios de revisión de estructura de la presa. Promoción de obras con DNH)
- Otras: Desvío arroyo Canelón y monitorización calidad aguas brutas en tiempo real

### **Caracterización fuentes de agua**

El objetivo es bombear desde Santiago Vázquez 4 m<sup>3</sup>/s de aguas captadas del Río de La Plata a una nueva Planta de Ósmosis inversa y desde allí bombearla hasta las instalaciones distribuidoras de Melilla. La salinidad de diseño para las instalaciones se consideró para un máximo de 15.000 mg/litro en contenido de cloruros.

### **Comentarios relativos a la capacidad de la nueva Planta de Ósmosis inversa**

Las consideraciones con respecto a la capacidad de esta planta son análogas a las expresadas para la alternativa 2.2

### **Manejo del sistema**

Se deben operar la toma de agua del Río de la Plata con un pretratamiento asociado y tres embalses: Paso Severino, El Soldado y Canelón Grande y una nueva Planta de tratamiento por ósmosis inversa.

#### **a. Operación normal**

En condiciones normales, este nuevo sistema de abastecimiento podría captar hasta 4 m<sup>3</sup>/s de Santiago Vázquez y bombearlos a la nueva Planta de Ósmosis. Este aprovechamiento entraría en servicio siempre que los caudales fluyentes en el río Santa Lucía en Aguas Corrientes sean inferiores a la demanda, si bien a efectos de mantener operativo el transvase Santiago Vázquez, sería recomendable mantener un caudal de fondo de 1 m<sup>3</sup>/s en la nueva planta.

La presa de El Soldado se encargaría de aportar caudales regulados para mantener los niveles de flujo requeridos en los cursos altos del Santa Lucía, caudales que posteriormente se incorporarían a los procesos de tratamiento de AACC

#### **b. Captación en Planta Ósmosis no operativa**

En esta situación es el sistema de Aguas Corrientes–Paso Severino-El Soldado-Canelón Grande el que se encarga del abastecimiento de la población. Los requisitos de aseguramiento permiten como mínimo, mantener esta configuración durante 2 meses.

### c. Paso Severino no operativo

En este caso, es la captación de Santiago Vázquez la que aportaría 4 m<sup>3</sup>/s, actuando la presa de El Soldado como reserva complementaria en igualdad de condiciones que en las alternativas 2.1 y 2.2.

Se dispondría por ello de dos reservas, una infinita (Río de la Plata), pero que estaría limitada por la capacidad de bombeo de la toma 4m<sup>3</sup>/s y otra por las reservas existentes en Canelón Grande y El Soldado.

### Requisitos de aseguramiento

La tabla N° II.6 resume la evaluación de los requisitos con los que se debe asegurar el abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano.

**Tabla N° II.6. Planilla de aseguramiento correspondiente a la alternativa 2.3.**

| Alternativa 2.3                                           | Nivel de garantía | Reservas reales (hm <sup>3</sup> ) | Reservas requeridas (hm <sup>3</sup> ) | Monitoreo | Aportaciones reguladas | Entubamiento |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-----------|------------------------|--------------|
| Sistema actual de agua bruta                              | 100%              | 51,7                               | 40,9                                   | Si        | Si                     | No           |
| Sistema de agua bruta<br>Planta de Ósmosis/<br>El Soldado | 100%              | 45,8                               | 40,9                                   | Si        | No se precisa          | Si           |

### Resultados de la simulación del modelo en funcionamiento normal

La captación de Santiago Vázquez a la nueva Planta de Ósmosis inversa (OI) aportaría un caudal base permanente de 1 m<sup>3</sup>/s.

Esta misma captación aportaría a la nueva Planta OI un caudal base permanente de 4m<sup>3</sup>/s cuando los caudales del río Santa Lucía en AACC sean inferiores a 15m<sup>3</sup>/s, que no serían suministrados por AACC.

El embalse de Canelón Grande aportaría un caudal base de 0,3 m<sup>3</sup>/s.



El embalse de El Soldado aportaría 1,2 m<sup>3</sup>/s a AACC cuando el río Santa Lucía en AACC no supera los 15 m<sup>3</sup>/s.

El embalse de Paso Severino comenzaría a aportar cuando los niveles del río en AACC así lo requieran.

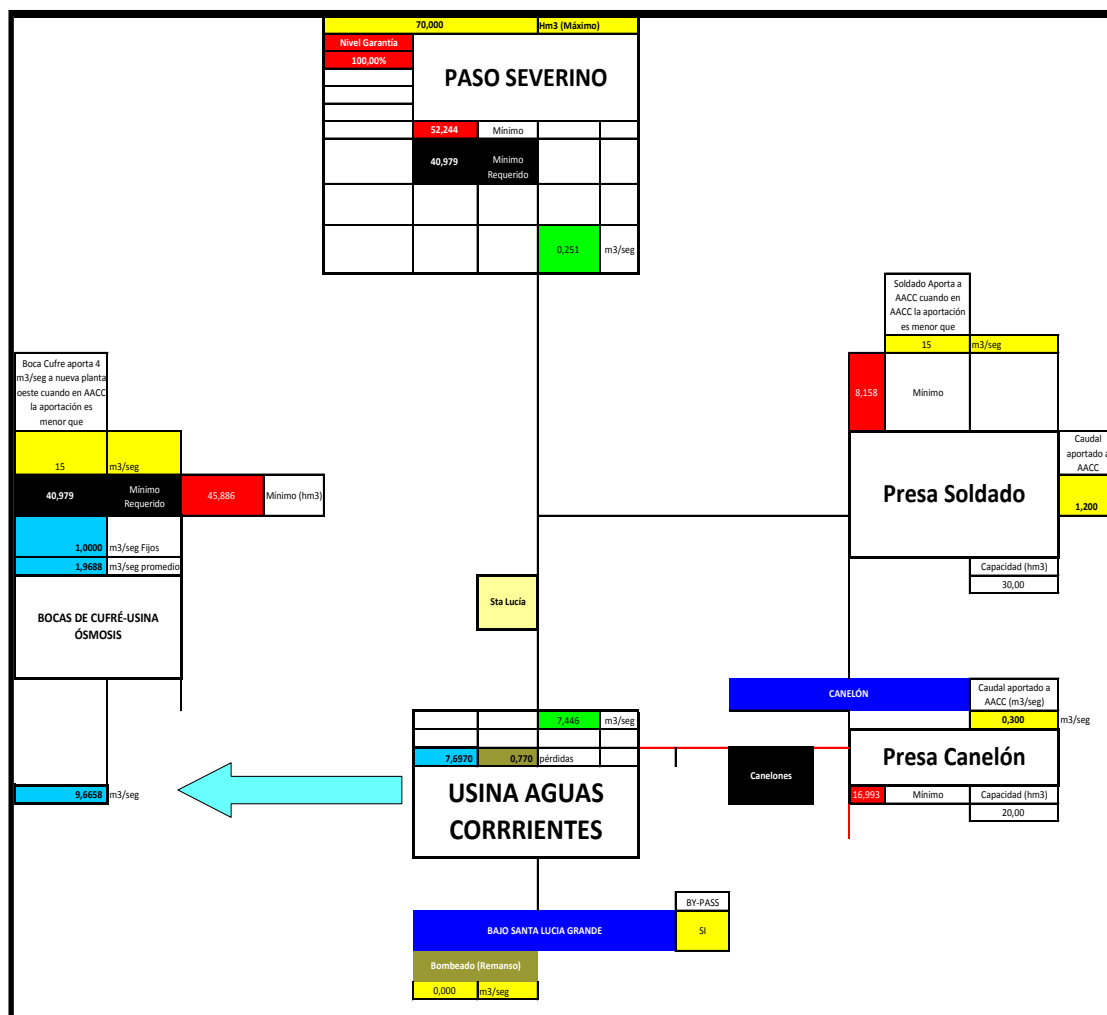


Figura N° II.16. Resultados para la alternativa 2.3 en la situación modelada

## Salidas gráficas

En el gráfico de la figura II.17 se indican los movimientos de los embalses operados en  $\text{hm}^3$  y el umbral entre 1983 y 2012 con las condiciones de demanda al año horizonte que condiciona el nivel de fallo que se emplea para la determinación de la garantía. Cada embalse está representado por un color, señalándose que el registro correspondiente a “excedentes” representa los caudales que rebasan AACC sin utilización alguna y que podrían ser aprovechados con sistemas regulatorios de mayor alcance. Por motivos de escala se encuentran divididos por 10.

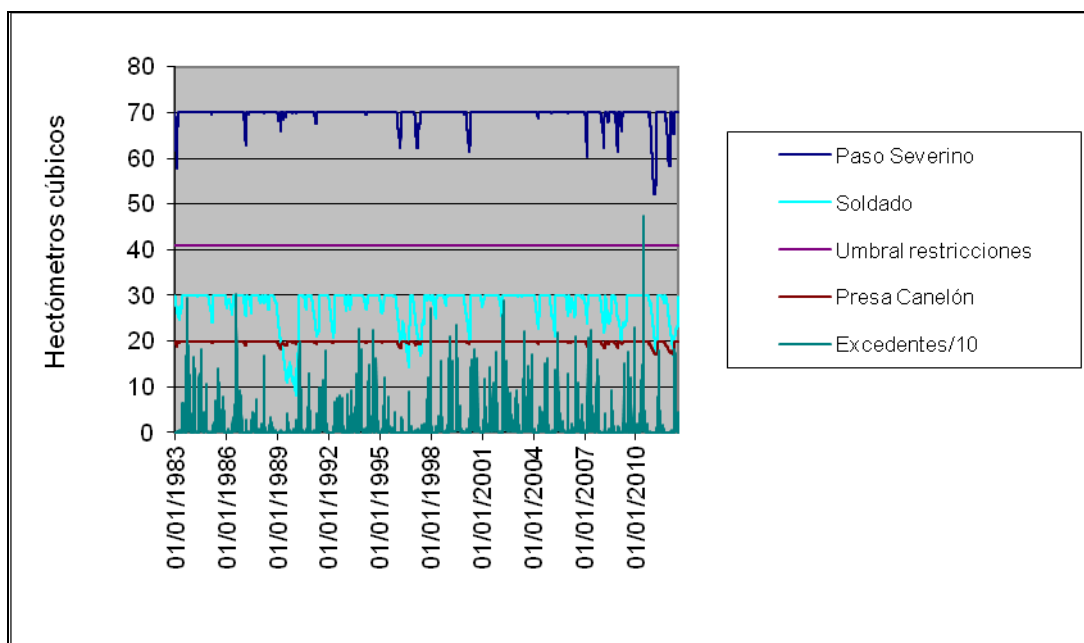


Figura Nº II.17. Salida gráfica modelo alternativa 2.3

## II.8.6. Alternativa 3. Transvase de la cuenca río San José hacia Aguas Corrientes.

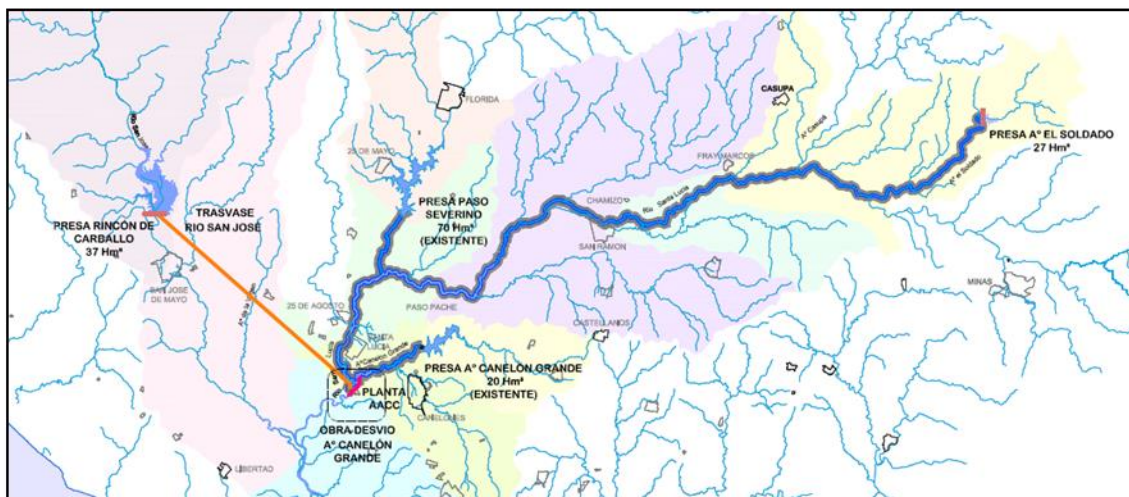


Figura Nº II.18. Ilustración alternativa 3.

### Obras incluidas en la alternativa

- Obras de Línea de base
- De incorporación de recursos: Presa de El Soldado de 27 hm<sup>3</sup> y Presa Rincón de Carballo de 37 hm<sup>3</sup>
- Túnel de transferencia a AACC con capacidad para 10 m<sup>3</sup>/s
- De refuerzo: acondicionamiento Presa Canelón Grande de 20 hm<sup>3</sup> (Estudios de revisión de estructura de la presa. Promoción de obras con DNH)
- Otras: Desvío arroyo Canelón y monitorización calidad aguas brutas en tiempo real
- A largo plazo: Ampliación bombeo de alta y nueva línea de aducción

### Caracterización fuentes de agua

Se formaría una represa de 37 hm<sup>3</sup>, alimentada por una cuenca de 2275 km<sup>2</sup>. La cota del cauce corresponde a la 35, en un lugar denominado Rincón de Carballo (Depto. San José). Sirven para transferir caudales regulados a la Usina de AACC. Las obras están constituidas por una presa-embalse en Rincón de Carballo, que puede regular 3,2 m<sup>3</sup>/s aproximadamente. Desde este embalse parte una conducción en túnel ligeramente presurizado construido en tres tramos con diferentes pendientes, capaz de

transportar 10 m<sup>3</sup>/s y de esta forma poder abastecer desde esta presa temporalmente a la totalidad del caudal demandado por Sistema Metropolitano.

### **Manejo del sistema**

Se deben operar la presa de Rincón de Carballo, la presa de El Soldado y la presa de Canelón Grande.

#### **a. Operación normal**

Las aguas transferidas y reguladas por un embalse de 37 hm<sup>3</sup> en el río San José (Rincón de Carballo) son enviadas a la Usina de AACC, siempre que los caudales en el río Santa Lucía en AACC no superen los 12 m<sup>3</sup>/s. El caudal a aportar es 2,8 m<sup>3</sup>/s. La presa de El Soldado, al igual que en todas las alternativas aportará caudales complementarios cuando en AACC se observen caudales inferiores a 15 m<sup>3</sup>/s. El caudal a aportar por este último embalse es de 1,4 m<sup>3</sup>/s.

La presa de Canelón Grande deberá guardar sus reservas para reforzar las de Rincón de Carballo y Paso Severino.

#### **b. Rincón de Carballo-AACC no operativo**

En esta situación es el sistema de Aguas Corrientes–Paso Severino el que se encarga del abastecimiento de la población. Los requisitos de aseguramiento, permiten como mínimo mantener esta configuración durante 2 meses.

#### **c. Paso Severino no operativo**

En este caso, es la captación de Rincón de Carballo la que aportaría los caudales necesarios hasta agotar su reserva. A continuación se recurriría a la reserva del embalse de Canelón Grande, que estaría operado con caudales muy pequeños para que se verifique su renovación, como se ha indicado. La presa de El Soldado contribuiría con la reserva disponible, según las circunstancias.

### **Requisitos de aseguramiento**

La tabla N° II.7 resume la evaluación de los requisitos con los que se debe asegurar el abastecimiento de agua al Sistema Metropolitano.

**Tabla N° II.7. Planilla de aseguramiento correspondiente a la alternativa 3**

| Alternativa 3                                               | Nivel de garantía | Reservas reales (hm <sup>3</sup> ) | Reservas requeridas (hm <sup>3</sup> ) | Monitorización | Aportación regulada | Entubamiento            |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------|---------------------|-------------------------|
| <b>Sistema actual de agua bruta</b>                         | 100%              | 41,162                             | 40,9                                   | Si             | Si                  | No es necesario         |
| <b>Sistema de agua bruta Rincón de Carballo/ El Soldado</b> | 93,55             | 32,013                             | 40,9                                   | Si             | No se precisa       | Sí, por razones técnica |

#### **Resultados de la simulación del modelo en funcionamiento normal**

El embalse de Rincón de Carballo aportaría 2,8 m<sup>3</sup>/s cuando el río Santa Lucía en AACC no supere los 15 m<sup>3</sup>/s.

El embalse de El Soldado aportaría 1,4 m<sup>3</sup>/s para las mismas condiciones del río Santa Lucía.

El embalse de Canelón Grande aportaría 0,3 m<sup>3</sup>/s a AACC en todo momento.

El embalse de Paso Severino comenzaría a aportar cuando los niveles del río en AACC así lo requieran.

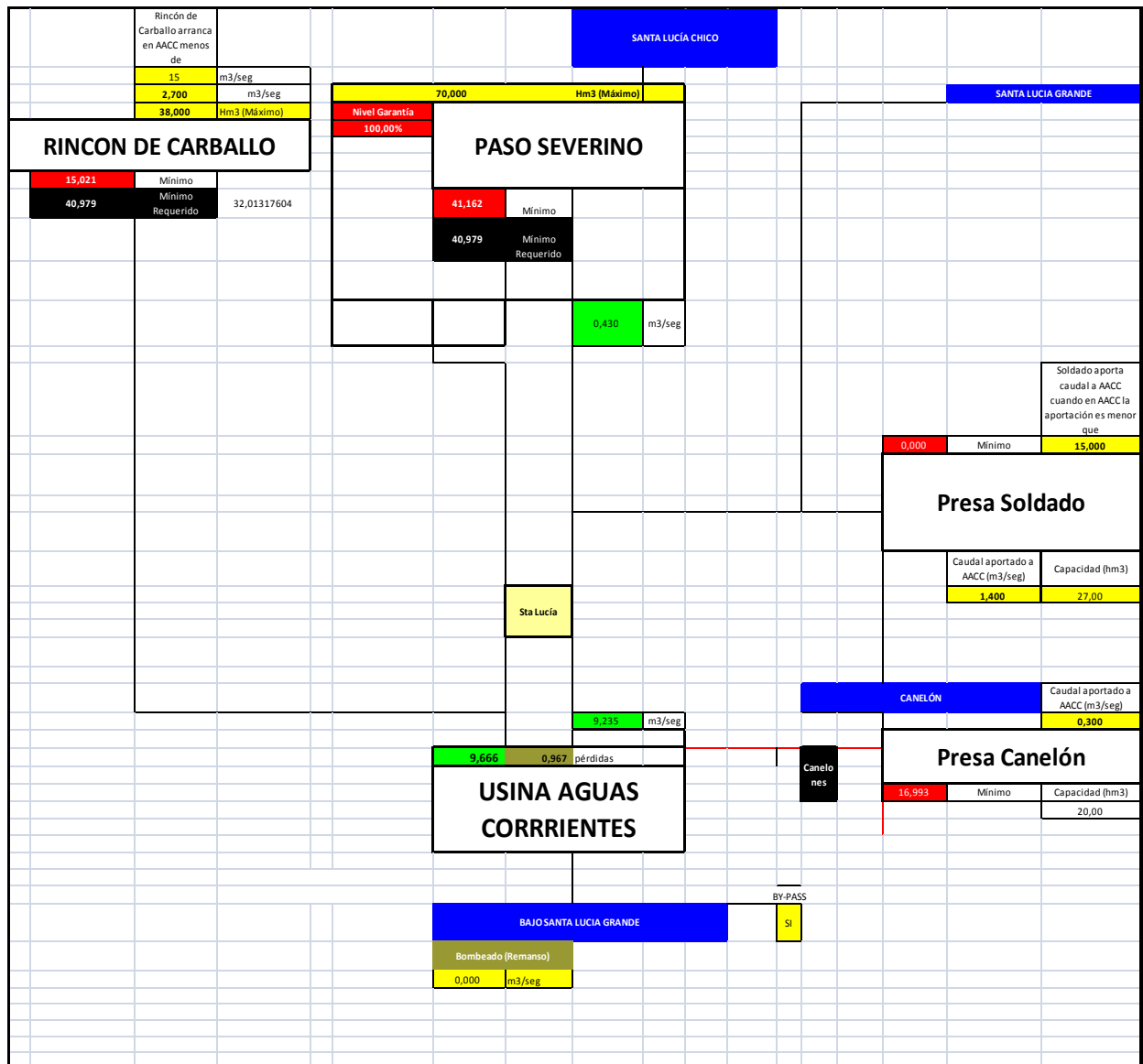


Figura Nº II.19. Resultados para la alternativa 3 en la situación modelada

## Salidas gráficas

En el gráfico de la figura II.20 se indican los movimientos de los embalses operados en  $\text{hm}^3$  y el umbral entre 1983 y 2012 con las condiciones de demanda al año horizonte que condiciona el nivel de fallo que se emplea para la determinación de la garantía.

Cada embalse está representado por un color, señalándose que el registro correspondiente a “excedentes” representa los caudales que rebasan AACC sin utilización alguna y que podrían ser aprovechados con sistemas regulatorios de mayor alcance. Por motivos de escala se encuentran divididos por 10.

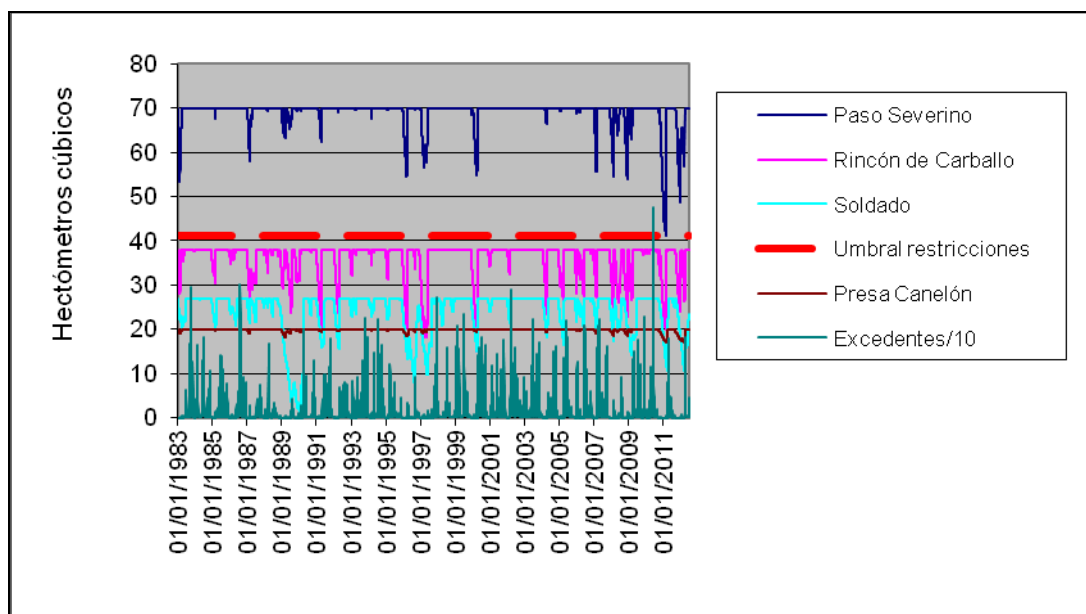


Figura N° II.20. Salida gráfica alternativa 3



## II.9 Cumplimiento de los objetivos establecidos en el Informe de Avance

En la primera entrega **Informe de Avance** de agosto de 2013, se diagnosticaba el estado del abastecimiento de agua al sistema analizando sus niveles de aseguramiento, el déficit de regulación, el nivel de garantía, la consistencia ante riesgos externos, la fiabilidad, continuidad y uniformidad de los servicios, las condiciones para proteger la calidad del agua que se bombea a la planta y los procesos de tratamiento necesarios para su óptima depuración.

Se reproducen a continuación literalmente las conclusiones del diagnóstico, comparando en cada una de las alternativas cómo y en qué grado cumplen con todos y cada uno de los requisitos. Para ello se incluirán los comentarios explicativos sobre una reproducción literal de las mencionadas conclusiones.

### **Del déficit de regulación.**

*La cuenca del río Santa Lucía dispone de recursos suficientes, aún en los años de aportación mínima, para atender la demanda de abastecimiento futura por mucho que ésta crezca. Es la extraordinaria e impredecible irregularidad de su curso la que produce una asimetría temporal entre la oferta y la demanda que es necesario equilibrar mediante un incremento de la regulación. En la actualidad el embalse de Paso Severino junto con el resto de pequeños sistemas de almacenamiento no alcanza el 3% de las aportaciones medias anuales, cifradas en más de 3.500 hm<sup>3</sup>/año.*

*Se recomienda, por tanto actuaciones a corto plazo para corregir este marcado déficit incrementando la regulación atendiendo exclusivamente al abastecimiento del Sistema Metropolitano. La definición del volumen necesario surgirá del estudio de alternativas que se realizará en la siguiente etapa, teniendo en cuenta los caudales de dilución que necesariamente se deberán prever para salvaguardar la calidad del agua de los ríos.*

### **Comentarios:**

#### a) Alternativa 1.1

Contempla un incremento de regulación de 130 hm<sup>3</sup> (Casupá y El Soldado), más los 20 hm<sup>3</sup> del embalse Canelón Grande. Para atender la demanda a corto plazo, como refuerzo a las reservas de Paso Severino, se contará con los 20 hm<sup>3</sup> del embalse Canelón Grande y el bombeo del remanso del río Santa Lucía aguas abajo de la Usina, aportando 1 m<sup>3</sup>/s constantes (según disponibilidad de nivel en AACC).

b) Alternativa 1.2

Contempla un incremento de regulación de 100 hm<sup>3</sup> (Casupá). La demanda a corto plazo se atendería igual que la alternativa anterior 1.1, con el bombeo del remanso operativo con 1 m<sup>3</sup>/s.

c) Alternativa 2.1, alternativa 2.2. y alternativa 2.3

El incremento de regulación está a cargo de la capacidad de producción de la toma de Bocas del Cufre o Santiago Vázquez de 4 m<sup>3</sup>/s, equivalentes a 10,54 hm<sup>3</sup>/mes, y la reserva del embalse de El Soldado y Canelón Grande.

d) Alternativa 3

Contempla una regulación de 37 hm<sup>3</sup>, complementada con las reservas del embalse de El Soldado y Canelón Grande.

### **Del nivel de garantía del abastecimiento**

*En las condiciones de demanda actuales la garantía determinista es del 100%. En las condiciones que son de esperar en 2014, con picos de más de 8 m<sup>3</sup>/s de demanda punta y considerando un umbral de fallo en el límite de las reservas de dos meses, la garantía se sitúa en el 96%. Sistemas de abastecimiento de similar importancia, extensión y magnitud sitúan su garantía en el 98%, lo cual significa asumir restricciones un año cada 50. Este nivel se desvanece a partir de demandas sostenidas de 8 m<sup>3</sup>/s y se colapsa a partir de los 9 m<sup>3</sup>/s.*

### **Comentarios:**

Todas las alternativas presentan niveles de garantía del 100%, salvo la 1.2 y la 3, que se sitúan en un 96,55% (Casupá) y un 93,10% (Rincón de Carballo). Esta última está en el límite de la aceptabilidad.

### **De los riesgos por causas externas**

*De nada serviría un sistema con un elevado nivel de garantía, si este no puede realizar su función. Los sistemas de abastecimiento tienen que asegurar el suministro ante: actuaciones sobre cualquier parte del sistema para repararlo, modificarlo o reconstruirlo. Efectos de una acción natural adversa que deje al mismo sin posibilidades de funcionamiento. Disfunción grave en la calidad del agua bruta, por causas naturales. Para cada año se identifica si se ha registrado un fallo y además se determina el número total de días que el sistema falla.*

Comentarios:

Las alternativas 1.1 y 1.2. prevén un segundo sistema con reserva suficiente para dos meses de forma autónoma.

En las alternativas vinculadas a las captaciones del Río de la Plata, la reserva está supeditada al funcionamiento de las plantas que darían cobertura indefinida para el 50% de la demanda. El resto de la demanda se atendería con las reservas de El Soldado y Canelón Grande, supeditadas a dos meses.

La alternativa 3, está en el límite de los requerimientos.

De los requisitos exigibles a las fuentes de los sistemas de abastecimiento

*Independientemente de los requisitos de calidad exigible al recurso agua, un sistema de abastecimiento seguro tiene que cumplir con el siguiente condicionado:*

Relacionado con el aseguramiento de la cantidad: Nivel de garantía mínimo del 98%. Cada organización responsable del abastecimiento a sus ciudadanos y en función del riesgo que quieran asumir, debe definir el umbral que determina el umbral de fallo.

*Estos umbrales no son extrapolables de unos lugares a otros.*

Relacionado con la fiabilidad: Nivel de probabilidad de no fallo estructural superior al 99%. Cada sistema de abastecimiento debe disponer de una segunda fuente que atienda la demanda de forma temporal y/o puntual, caso de disfunción de la primera opción y recíprocamente, en tanto se recupera el servicio desde la fuente transitoriamente afectada (se puede entender suficiente entre dos y tres meses de reserva).

Relacionado con la continuidad: Nivel de ininterrumpibilidad: 0%. Cada sistema de abastecimiento está constituido de subsistemas cada uno de los cuales deberá tener su proceso productivo manejado permanente 24 h/365 días sin fallo alguno. Caso de disfunciones fortuitas se operaría según planes de contingencia.

Relacionado con la regularidad: Nivel de uniformidad: Este índice no tiene un indicador fijo. Cada sistema de abastecimiento procurará que la calidad global sea óptima y constante no dejando al azar y a la improvisación las actuaciones que en cada caso sea preciso establecer

## Comentarios

Los dos primeros condicionados han sido respondidos. La continuidad y regularidad quedarían garantizadas por las inversiones en la Usina de AACC correspondientes a la ampliación de los equipos de bombeo de alta y sistema de aducción, inversiones ambas contempladas en las alternativas que no incorporan plantas nuevas (2.2 y 2.3).

## **CAPÍTULO III. ESTUDIO CUALITATIVO: PROPUESTA Y VALIDACIÓN DE ACCIONES DE AMPLIACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE LA USINA DE AGUAS CORRIENTES**

### **III.1. Introducción**

En el presente capítulo se analizan, y proponen y/o validan acciones e instalaciones tendientes a aumentar y/o fortalecer la capacidad de la Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes, de atender las demandas cualitativas y cuantitativas resultantes proyectadas hasta el año 2045.

A estos efectos, se parte de las principales conclusiones del Informe de Avance de agosto 2013, en las cuales se determinaron objetivos proyectados de demanda de agua tratada por el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable al Área Metropolitana de Montevideo, tanto cuantitativos como cualitativos, asociados a fortalecer y ampliar las capacidades de tratamiento ordinarias y extraordinarias suficientes para procesar el agua bruta proveniente del río Santa Lucía en un amplio rango de condiciones de calidad proyectadas.

En el apartado III.4 se resume el enfoque conceptual, indicando objetivos de capacidad de producción y de calidad en contexto de máximo aprovechamiento de las capacidades instaladas.

En el apartado III.6. se analizan y proponen acciones de rehabilitación y ampliación de la Planta, asociadas a procesos ordinarios de remoción de material suspendido. Este capítulo aplica exclusivamente a las alternativas integrales que centralizan su producción exclusivamente en la Planta de Aguas Corrientes.

En el apartado III.7, se analizan y proponen acciones de rehabilitación, incorporación y/o ampliación de instalaciones tendientes a fortalecer la capacidad de la Planta para tratamientos especiales de remoción complementaria de materia orgánica, y control de incidencias de olor y sabor así como remoción de sustancias tóxicas, tanto de origen algal (metabolitos algales) y/o antropogénico.

El presente apartado aplica a todas las alternativas integrales objeto de desarrollo y selección en el presente Informe, en lo correspondiente a la componente de fortalecimiento de capacidades de tratamiento extraordinarias, en tanto que las propuestas específicas asociadas estrictamente al aumento de la capacidad de producción, aplican a las alternativas integrales que concentran el tratamiento en la Planta de Aguas Corrientes.

### III.2. Antecedentes y enfoque conceptual

Del Informe de Avance se alcanzaron las siguientes conclusiones fundamentales a partir de las cuales se desarrolla el presente Capítulo:

- Analizados bajo pautas y directivas nacionales e internacionales los parámetros específicos de calificación del agua del río Santa Lucía y sus afluentes principales en sus diferentes estaciones de monitoreo y captación, con especial aplicación al caso de la Usina de Aguas Corrientes; puede considerarse a la misma **APTA como fuente de agua potable previo tratamiento convencional**, complementado con instalaciones y procedimientos especiales para atender eventos extraordinarios de mayor concentración de TOC, compuestos que provoquen olor y sabor.
- El análisis de información de agua tratada permitió confirmar la condición de aptitud satisfactoria en cuanto a la calidad del agua tratada elevada por el Sistema, en el período de análisis (2009-2013) derivada de condiciones suficientes del agua bruta y disponibilidad y operación eficiente en el tratamiento de la misma en la Planta de Aguas Corrientes. Los episodios de olor y sabor ocurridos en marzo 2013 y con baja frecuencia en años anteriores, están razonablemente caracterizados y se encuentran en práctica y en proceso de análisis complementario (parte de este estudio) acciones correctivas y preventivas tendientes a minimizar tales incidencias en la fuente, y corregir eventuales incidentes con procesos idóneos eficientes a nivel de Planta.
- Los Estudios de proyección de Demanda para el período de análisis del Proyecto (2045), definen una demanda máxima esperada en el escenario más conservador de menor efecto de acciones de control de pérdida, de 839.642 m<sup>3</sup>/día de consumo punta. Es sobre este escenario de máxima, que se analizan las condiciones de tratamiento cuantitativo y cualitativo.

A partir de los mencionados antecedentes debidamente desarrollados y justificados en el Informe de Avance, se desarrolla el presente capítulo destacando los siguientes aspectos:

- Capacidad de tratamiento a disponer a final de período: 924.000 m<sup>3</sup>/día (para aquellas alternativas que centralizan la producción en la Planta de Aguas Corrientes. Alternativas 1.1, 1.2, 2.1 y 3)
- Fortalecimiento y ampliación de las capacidades actuales asociadas a la remoción de material en suspensión (clarificación y filtración) y desinfección



(para aquellas alternativas que centralizan la producción en la Planta de Aguas Corrientes).

- Validación de acciones de fortalecimiento, ampliación y eventualmente incorporación de instalaciones y procesos destinados a optimizar la remoción de materia orgánica en general y en particular de compuestos tóxicos y/o generadores de olor y sabor.

### **III.3 Acciones de rehabilitación y ampliación de la Planta asociadas a procesos de remoción de material suspendido**

Como se indica en la introducción, para aquellas alternativas integrales que centralizan en la Planta de Aguas Corrientes toda la capacidad de producción de la demanda proyectada hasta el 2045, se procede en el presente capítulo a analizar el potencial de ampliación de capacidad de la Planta, para los componentes de clarificación y filtración (remoción de material suspendido), con los siguientes objetivos básicos funcionales al Estudio:

- Confirmar la capacidad de la Planta de atender incrementos de demanda en escenarios de demanda creciente.
- Determinar las inversiones necesarias a estos efectos.
- Confirmar la valoración de la Planta como un activo estratégico tangible y de significativo valor, tanto por sus capacidades cuantitativa y cualitativa actuales como por su potencial de ampliación de capacidad con inversiones muy moderadas.



### III.4 Antecedentes y descripción de las instalaciones existentes en Planta

El cuadro siguiente resume las proyecciones de la capacidad requeridas a partir del estudio en ejecución (Informe de Avance):

Tabla N°III.1. Demandas de agua tratada según proyecciones

|                                   | 2010    | 2035<br>(proyección PDAM) | 2045<br>(proyección máx demanda) |
|-----------------------------------|---------|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Promedio (m<sup>3</sup>/d)</b> | 570.700 | 646.600                   | 757.999                          |
| <b>Día Pico (m<sup>3</sup>/d)</b> | 699.600 | 770.900                   | 839.642                          |
| <b>Pico (m<sup>3</sup>/h)</b>     | 29.150  | 32.120                    | 34.997                           |

En el Informe de Avance se describieron las características principales de la Planta de Aguas Corrientes. No obstante, a continuación se complementa dicha descripción para las principales características de las unidades de tratamiento existentes.

En la figura N°III.1, se presenta una planta general de la Planta de Aguas Corrientes identificando las principales instalaciones asociadas a los procesos de clarificación y filtración.

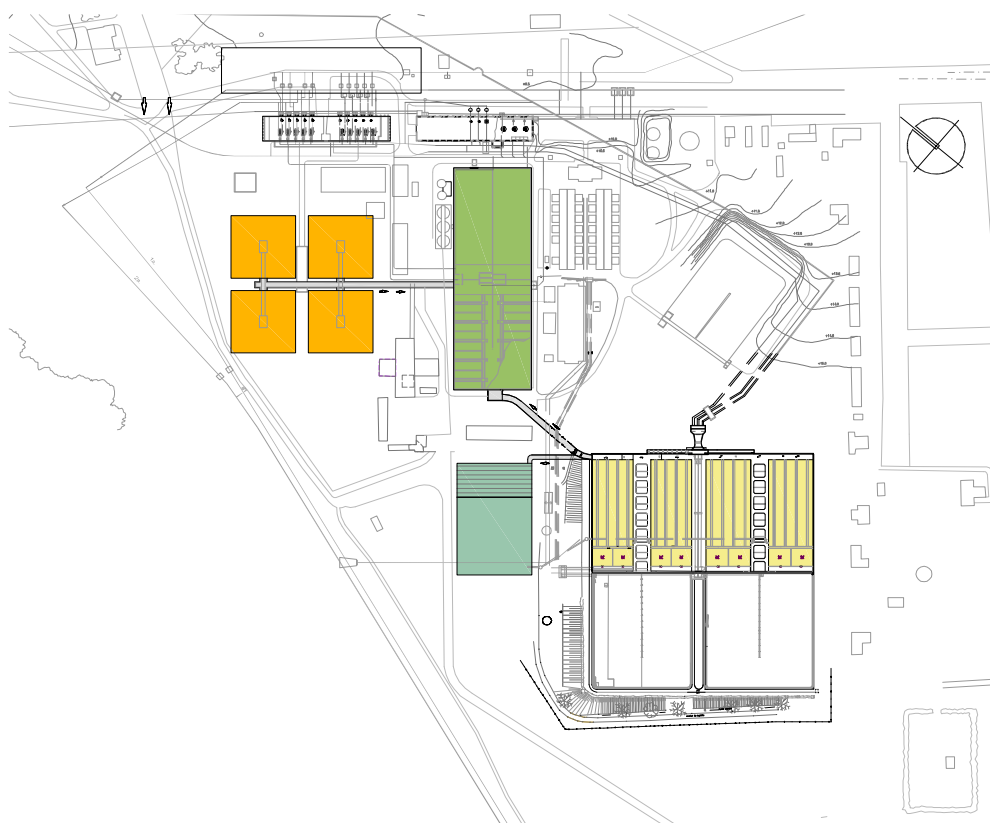


Fig N°III. 1. Planta General Usina Aguas Corrientes

Se destacan las siguientes unidades principales:

### Clarificadores Planta Vieja

El Sistema Planta Vieja de clarificación se compone de las siguientes instalaciones:

- **Mezcla rápida:** Mediante canal Parshall, donde se dosifican productos químicos asociados a coagulación en condiciones de mezcla rápida. De esta unidad, el agua es conducida hacia los floculadores.
- **Floculadores:** Estas unidades se componen de dos floculadores de 7 celdas c/u con floculación mecánica (con motores de velocidad variable) e hidráulica, de chicanas verticales.
- **Decantadores:** se trata de 4 sedimentadores convencionales de flujo horizontal, con 2 sectores c/u, con las siguientes dimensiones por sector: dos decantadores de área 34m x74m y los otros dos de 29m x72m, altura útil aproximada de 3.70 m.

La capacidad total de clarificación en Planta Vieja se estima en 28.000 m<sup>3</sup>/h, siendo limitantes tanto el tiempo de retención en floculación (aprox. 16 min al caudal indicado) y la tasa media de sedimentación de aprox. 38 m/d. Esta circunstancia se agrava en ocasión de limpieza de las unidades por pérdida significativa de capacidad (volumen de floculación y/o área de sedimentación).

### Batería de 20 Filtros

El sistema de filtración de esta batería está compuesto por un módulo integral que comprende las siguientes unidades:

- **Filtros.** Consiste en una batería construida en la década del 60, formada por 20 filtros rápidos verticales descendentes, de tasa constante, con manto de arena, 19 con falso fondo del tipo Wheeler y uno con boquillas de PVC. Cada filtro a su vez consta de dos celdas simétricas, cada una de ellas con un área aproximada de 100 m<sup>2</sup>. El sistema de lavado es con agua a contracorriente a través de los falsos fondos, con un complemento de lavado superficial con agua con brazos tipo Palmer. El control de funcionamiento es automático, por señal de nivel del canal de agua decantada y caudal máximo por filtro, con una capacidad máxima aproximada de **25.000 m<sup>3</sup>/h**. La tasa media de filtración al caudal antes indicado de esta batería es de 7,2 m/h, si bien opera normalmente a tasas del orden de 7 m/h. Dicha capacidad está básicamente condicionada

por la hidráulica del manto filtrante (arena TE 0,45 a 0,55 mm) y por tanto susceptible de mejora con un redimensionado del mismo.

- **Depósito de regulación y contacto.** La Planta cuenta con dos depósitos de agua filtrada con una capacidad total de 35.000 m<sup>3</sup> donde se realiza la desinfección final del agua proveniente de Planta Vieja (también se efectúa la eventual corrección de pH). Desde una cámara de salida de estos depósitos succionan las denominadas bombas de “alta”.

### Clarificadores de Planta Nueva

Como parte de las instalaciones de clarificación de Planta Nueva se dispone de:

- **Clarificación:** Son 4 clarificadores de alta tasa, con una capacidad promedio total de 12.000 m<sup>3</sup>/h y pico de 15.000 m<sup>3</sup>/h, precedidos de floculación mecánica e hidráulica de chicanas verticales. La mezcla rápida se realiza en un canal que cuenta con estrechamiento de sección y cambio de pendiente de fondo, a los efectos de generar el resalto hidráulico donde se aplican los coagulantes.
- Canal de aducción de agua clarificada hacia la batería de 20 Filtros.

### Nueva batería de filtros

El nuevo conjunto de filtración está integrado por:

- **Filtración:** Mediante una nueva batería (construida en el año 2009) de 8 filtros de tasa declinante escalonada, de lavado mutuo, con manto de arena y antracita y falsos fondos Leopold, con una capacidad normal de 10.000 m<sup>3</sup>/h, y pico de 15.000 m<sup>3</sup>/h.
- **Depósito de regulación y contacto** El agua filtrada proveniente de la nueva batería es conducida a dos tanques tabicados yuxtapuestos que proporcionan el tiempo de contacto necesario para la desinfección (30 min) y permiten efectuar corrección de pH. Posteriormente el agua es conducida por gravedad hacia la cámara de salida de los depósitos de agua filtrada.
- El canal de ingreso de agua clarificada es desde clarificadores de Planta Vieja.

### Otras instalaciones

Los procesos de clarificación y filtración anteriores, se complementan con capacidades de desinfección mediante cloro gas, con respaldo de hipoclorito de sodio, e instalaciones especiales para dosificación de carbón activado en polvo y próximamente de dióxido de cloro (en fase de implementación).

En resumen, en las condiciones actuales, la capacidad de producción de las unidades de clarificación se estima en condiciones normales de aproximadamente 800.000 m<sup>3</sup>/d atendiendo a circunstancias de mantenimiento y limpieza de unidades. Esta capacidad se ubica aproximadamente 100.000 m<sup>3</sup>/d por debajo de la máxima capacidad de producción proyectada a final del período y sujeta a la evaluación de la demanda, estimada en aproximadamente 924.000 m<sup>3</sup>/d (se agregan consumos propios de la Planta al escenario de máxima demanda proyectada).

No obstante, se considera posible incrementar dicha capacidad de producción actual, con intervenciones de naturaleza menor, acciones que son motivo de desarrollo en el capítulo siguiente.

Estas acciones complementadas con intervenciones de mantenimiento y rehabilitación de estructuras permitirán garantizar una operación eficiente de estos procesos en el marco del período de previsión del Proyecto.



Fig N°III.2. Imagen de los clarificadores de Planta Nueva



Fig N° III.3 y III.4. Imágenes de filtros viejos y nuevos

### **III. 5 Identificación y descripción de intervenciones destinadas a la ampliación y mejora de las capacidades de clarificación y filtración en Planta existente.**

A partir de un análisis de la operación de unidades existentes de clarificación y filtración se han identificado acciones tendientes a ampliar las capacidades actuales.

Este análisis tiene por cometido fundamental, justificar la capacidad de ampliación de la capacidad de producción de la Planta, durante el período de análisis del presente Estudio, aún en las condiciones de evolución de la demanda más exigentes en términos de cantidad de producción. El estudio particular contribuye también a valorar el activo disponible, en cuanto a su potencial de crecimiento y capacidad de atender demandas aún superiores atendiendo a la significativa capacidad de ampliación de las instalaciones actualmente disponibles.

#### **Clarificación en Planta Vieja**

Las unidades actuales de sedimentación (4 unidades de diferente tamaño) comparten dos unidades de floculación que implican una restricción en la capacidad del proceso.

En efecto, el volumen total ocupado por ambos floculadores asciende a  $7500 \text{ m}^3$ . Para este volumen dado, la capacidad nominal asociada de  $28.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , determina un tiempo de retención de 16 minutos, valor que puede resultar insuficiente en determinados escenarios de calidad de agua y requerimiento de tipo de flóculo para decantar. Esta circunstancia se agrava ante la necesidad de retirar de operación en forma periódica de unidades de sedimentación a fin de limpieza y retiro de lodos, lo cual restringe y reduce la capacidad de tratamiento en esas instancias (frecuencia

67



mensual de limpieza de cada unidad y duraciones de aproximadamente 1 día por unidad acondicionada).

Una alternativa plausible de incremento de la capacidad de producción en unidades de clarificación de Planta Vieja, se esquematiza en Fig. III. 5 y consiste en:

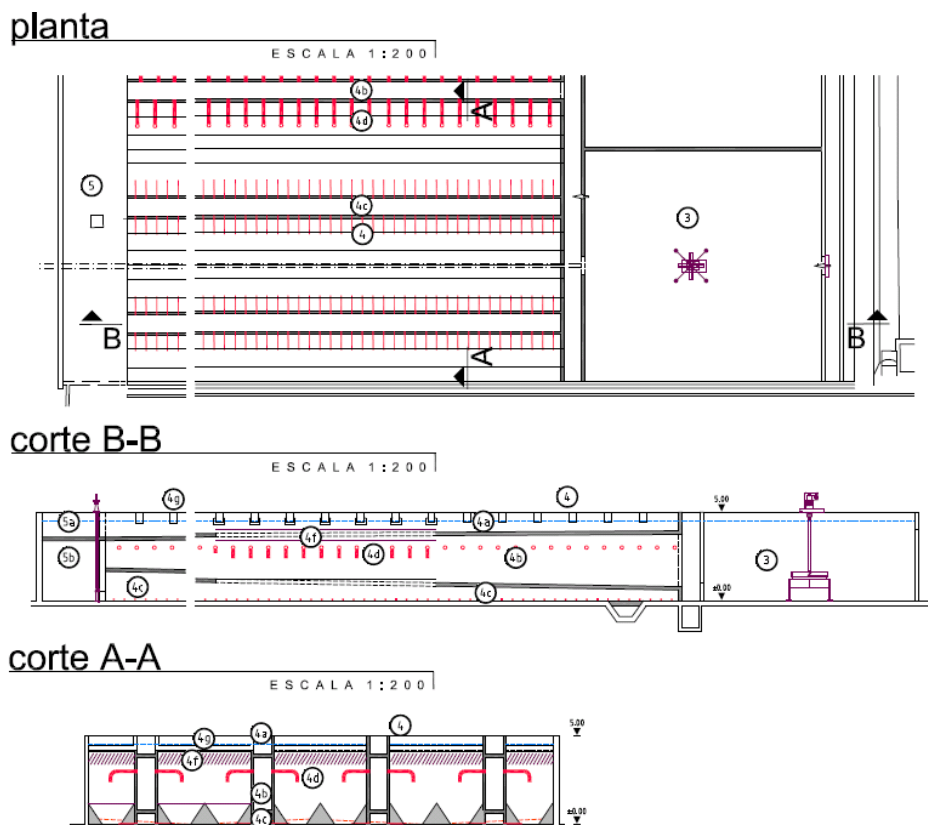


Fig III.5. Esquema ampliación clarificadores Planta Vieja

- Ampliar la capacidad de floculación incorporando un recinto adicional, hoy parte de cada uno de los 4 sectores en sedimentadores 3 y 6.
- Transformar pares de sedimentadores actuales de sectores 3 y 6 en sedimentadores con módulos de sedimentación acelerada de flujo vertical. A los efectos de la mejor distribución del agua floculada, se propone la incorporación de ductos triples de desarrollo longitudinal (superior agua decantada, intermedio de sección variable agua floculada e inferior de sección variable lodo sedimentado). Se prevén 5 ductos triples de aproximadamente 60



m de longitud y 1,00 m de ancho y separados entre ejes aproximadamente 5,00 m. El agua floculada se distribuye longitudinalmente mediante ducto de sección variable, hacia el sector inferior a los módulos de sedimentación, en tanto el agua clarificada es recogida superiormente mediante canales secundarios sobre los módulos y a su vez recogida en los canales principales en la parte superior de los ductos triples. El lodo sedimentado cae en tolvas inferiores desde donde es retirado mediante purgas hidráulicas por los ductos inferiores.

Se fijan las siguientes condiciones de diseño:

- Tiempo de Retención Hidráulico de Floculación: 20 minutos
- Tasa de sedimentación acelerada efectiva:  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Resulta para estas condiciones:

- Longitud de celda adicional de floculación: 12,00 m
- Capacidad de tratamiento por cada estanque (3 o 6), consistente en uso de floculador central de 7 celdas compartido más celda adicional y dos módulos paralelos de sedimentación acelerada de 25,00 m de ancho aproximado y 60 m de longitud:  $16.200 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
- Complementación de capacidad de transporte de agua bruta, coagulada y clarificada para la nueva capacidad ampliada y aducción a ambas baterías de filtros.

Esta intervención permitiría confirmar la capacidad de producción efectiva total de clarificación en Planta Vieja de  $32.400 \text{ m}^3/\text{d}$  ( $777.600 \text{ m}^3/\text{d}$ ) en forma permanente y continua, con la facilidad de no requerir la interrupción del funcionamiento en ocasión de la limpieza y retiro de lodos, operación que se realiza en forma diaria. Restarían además las unidades existentes asociadas a estanques 4 y 5 como una futura reserva, pasible de idéntica intervención y por tanto con potencial de duplicación final de toda la capacidad indicada de clarificación.

Se incluyen piezas gráficas ilustrativas de la solución propuesta (Anexo 7, Planos), así como resumen de memoria de cálculo preliminar (Anexo 4, Cálculos hidráulicos).

### **Filtración en Batería 20 filtros**

La batería de filtros presenta dos observaciones respecto a su capacidad de producción ampliada requerida para el horizonte de Proyecto:

- Afectación de estructuras en batería de filtros, fundamentalmente a nivel de losa estructural de fondo de filtros/techo de depósito de agua filtrada. Existen algunos diagnósticos de estado y recomendaciones de recuperación sobre este aspecto. Se entiende factible la implementación de acciones de recuperación estructural que pueden ejecutarse asociadas a mejoras y ampliación de la capacidad de filtración por intervención en el medio filtrante.
- Sustitución de falso fondo Wheeler y medio filtrante. Se entiende factible su sustitución por sistemas de boquillas en losetas prefabricadas, con aptitud para lavado agua y aire, y medio filtrante de camada homogénea de arena de granulometría intermedia (TE 0,8 a 1,00 mm).

Bajo estas pautas es perfectamente posible operar a tasas hidráulicas en el orden de 8 m/h. Sería factible filtrar en Planta Vieja, aprox. 32.000 m<sup>3</sup>/h, caudal que sumado a los 10.000 m<sup>3</sup>/h de la nueva batería de filtros, sería suficiente para satisfacer la futura demanda de 924.000 m<sup>3</sup>/d.

En Anexo 4 de cálculos se agrega la salida del cálculo de modelación de proceso de filtración, verificando pérdidas de cargas y duración de carrera de filtración.

#### **Otras intervenciones secundarias**

Las mencionadas propuestas de ampliación de capacidad de producción a nivel de clarificación y filtración, se deberán complementar con otras intervenciones de aducción y conducción de agua, donde se destacan:

- Ampliación de capacidad de aducción de agua bruta a Planta Vieja de Clarificación (obras de nueva toma en vías de ejecución).
- Ampliación de capacidad de interconexión entre clarificadores de Planta Vieja y Batería de 20 filtros (a confirmar).
- Capacidad de reserva y aducción de agua tratada al Sistema.

### **III.6 Validación de acciones de fortalecimiento de la capacidad de la Planta para tratamientos terciarios (remoción de materia orgánica y de compuestos tóxicos y/o generadores de olor y sabor).**

#### **III.6.1 Introducción**

Atendiendo a las condiciones esperadas del agua bruta en el río Santa Lucía en la captación de la Planta de Aguas Corrientes, donde de acuerdo a los estudios de Diagnóstico y Prospectiva de la calidad, son de esperar eventos extraordinarios de presencia de metabolitos algas potencialmente formadores de olor y sabor y en extremo tóxicos, así como en presencia de niveles intermedios a altos de materia orgánica disuelta, se procede en capítulos siguientes por un lado a resumir y seleccionar los procesos más apropiados para atender los requerimientos especiales indicados, valorando capacidades instaladas existentes.

En resumen, el objetivo consiste en fortalecer la capacidad de tratamiento de la Planta en dos aspectos fundamentales:

- Reducción de contenido materia orgánica (valorada como Carbono Orgánico Total) por su condición de precursores de formación de Trihalometanos (THM) y Ácidos Halo-acéticos (AHA).
- Remoción de compuestos generadores de olor y sabor y/o compuestos tóxicos.

#### **III.6.2 Estado del Arte y Mejores Prácticas aplicadas al objetivo de tratamientos terciarios.**

Los objetivos de tratamiento especiales indicados en el capítulo anterior, son alcanzados de acuerdo con las Mejores Prácticas Internacionales aceptadas mediante el uso de diferentes acciones y procesos principales de los cuales se destacan las siguientes:

- Práctica de Coagulación Acentuada (Enhanced Coagulation) que procura maximizar la remoción de TOC en el proceso de coagulación y clarificación.
- Procesos de oxidación química.
- Procesos de adsorción.

### **Práctica de Coagulación Acentuada.**

Según ya fuera analizado en el Informe de Avance, la Planta de Aguas Corrientes opera actualmente con niveles aceptables de remoción de TOC, valorado en aproximadamente 55% y dentro de los estándares aconsejados por la normativa vigente en USA.

Esa práctica se recomienda sea mantenida y eventualmente mejorada, incorporando la remoción de TOC como parámetro complementario de valoración de la eficiencia global del proceso de clarificación.

### **Procesos de Oxidación Química.**

Los procesos de oxidación química a los fines perseguidos de remoción de materia orgánica y/o precursores de olor, sabor y tóxicos, consisten en la incorporación de oxidantes fuertes capaces de reaccionar con los compuestos orgánicos problemáticos. Los oxidantes típicos utilizados son entre otros:

- Cloro gas.
- Dióxido de cloro.
- Ozono.
- Permanganato de Potasio.

La limitación de uso de estos oxidantes está dada por los siguientes factores:

- Riesgo de formación de THMs y HAAs (ej: derivados de la reacción de la materia orgánica con cloro).
- Riesgo de formación de otros compuestos derivados objetables por toxicidad (ej: bromatos resultantes de la reacción del ozono con compuestos con contenido de bromo; y presencia de iones clorito y clorato resultantes de excedentes de oxidación con dióxido de cloro).
- Riesgo de formación de otros compuestos objetables (olor y sabor), caso de clorofenoles, aldehídos saturados e insaturados, etc.
- Eficiencia dependiente según caso de factores temperatura, pH, etc.

Se resumen a continuación principales características de cada agente oxidante antes mencionado, incluyendo un primer análisis de ventajas y desventajas, que habilitan a una conclusión primaria de aptitud de uso para el caso específico de la Planta de Aguas Corrientes.

## Cloro gas

El cloro es el oxidante más utilizado en el tratamiento de aguas por su excelente condición como desinfectante. En medio acuoso opera a través de productos de hidrólisis e ionización, siendo el HOCl (ácido hipocloroso) la fracción ionizada de mayor eficiencia en la reacción.

Para la aplicación específica como oxidante existen fuertes limitaciones al uso derivadas de efectos no deseados, en cuanto a tipo de compuestos formados, sea por toxicidad y/o formación de olor y sabor objetables.

Se resumen a continuación las principales ventajas y desventajas asociadas a su uso:

### Ventajas:

- Oxidante fuerte y eficiente.
- Instalación pre-existente y de operación conocida.
- Residualidad.
- Bajo costo.

### Desventajas:

- Riesgo alto de formación de THMs y HAAs.
- Riesgo de generación de olor y sabor.
- Eficiencia dependiente del pH.

Para el caso particular de la Planta de Aguas Corrientes corresponde hacer las siguientes valoraciones específicas:

- En función de la presencia de contenidos de TOC en el orden de 6 a 9 mg/l, es recomendable evitar el uso de cloro en modalidad de preoxidación, asociada al riesgo de formación de THMs y HAAs.
- Además de la presencia de TOC, existen incidentes extraordinarios de presencia de nitrógeno amoniacal, que actúa como fuerte demandante de cloro. En efecto, la práctica de desinfección a cloro libre, determina en estos casos, una demanda importante de cloro asociada a la formación y posterior destrucción de cloraminas. Si bien, es esperable que las acciones de control de fuentes puntuales de contaminación amoniacal asociadas al Arroyo Canelón Chico (vía control de fuente y/o desvío de aguas del Arroyo Canelón según alternativa formulada), operen en el sentido de minimizar los eventos de alta presencia de nitrógeno amoniacal en el agua bruta. De todas maneras será un

evento a eventualmente manejar con las herramientas disponibles y/o a incorporar a efectos de asegurar las mejores condiciones del agua tratada.

#### Conclusión:

**El uso del cloro gas debe limitarse a su aplicación como desinfectante en agua filtrada, luego de haber maximizado la reducción del contenido de materia orgánica, de manera de minimizar el riesgo de generación de THMs y HAAs. La eventual presencia de nitrógeno amoniacal, supondrá disponer de la capacidad de cloración necesaria para satisfacer la demanda, en posición que minimice los riesgos de formación de compuestos objetables.**

#### **Dióxido de Cloro**

El Dióxido de Cloro ( $\text{ClO}_2$ ) es un oxidante poderoso resultante de la reacción del Clorito de Sodio ( $\text{NaClO}_2$ ) con gas cloro, preferentemente a bajo pH, para mejorar la cinética de la reacción.

En algunos aspectos es una sustancia única, pues reúne capacidades simultáneas como oxidante y desinfectante, con las siguientes características:

- Se presenta en estado gaseoso a temperaturas por encima de  $11^\circ\text{C}$ .
- Es altamente soluble en agua.
- Presenta un olor semejante al cloro aún a bajas concentraciones.
- Se descompone rápidamente en presencia de luz con gran volatilidad con formación de clorato  $\text{ClO}_3^-$ .
- Es inestable y debe ser generado in situ, sin capacidad de acumulación y transporte.
- Su reacción con la materia orgánica produce órdenes de 100 veces menos de THMs que de usar cloro gas en idénticas condiciones.
- Es más efectivo en el control de *Chyptosporidium* y *Giardia* respecto al cloro.

El dióxido de cloro reacciona con la materia orgánica natural del agua, entre ellas los ácidos húmicos y fúlvicos, formando compuestos orgánicos oxidados en muy baja concentración como aldehídos y ácidos carboxílicos, aunque no forma subproductos orgánicos clorados objetables, a menos de que hubiese presente cloro libre conjuntamente con el  $\text{ClO}_2$ .

La no formación de trihalometanos, se pone de manifiesto en ensayos realizados en EE.UU. por diversos autores, de los cuales reproducimos, en el siguiente cuadro, el



realizado por Kühn, con diversas muestras de agua destilada a la que se añadió una determinada cantidad de ácido húmico (precursor) y bromuro, tratándose con diversos oxidantes, entre los que figuran el cloro y el dióxido de cloro, midiendo después los trihalometanos formados. Se agrega la ventaja de no formar clorofenoles ni reaccionar con el amoníaco para formar cloraminas.

| SUSTANCIAS INCORPORADAS |    | OXIDANTES (mg/l) |                  | THMs (µg/l) |
|-------------------------|----|------------------|------------------|-------------|
| ÁCIDO HÚMICO            | Br | Cl <sub>2</sub>  | ClO <sub>2</sub> |             |
| 5                       | 0  | 5                | 0                | 27,5        |
| 5                       | 0  | 0                | 5                | 0,3         |
| 5                       | 2  | 5                | 0                | 88,5        |
| 5                       | 2  | 0                | 5                | 0,2         |
| 10                      | 10 | 10               | 0                | 224,4       |
| 10                      | 10 | 0                | 10               | 0,2         |

Figura III.6. Ensayos comparativos formación THM (Cl<sub>2</sub> vs ClO<sub>2</sub>) según Kühn

Se observa la ventaja de uso del ClO<sub>2</sub> frente al Cl<sub>2</sub> en términos de menor riesgo de formación de THMs.

En la práctica comercial, la generación del ClO<sub>2</sub> se realiza in-situ a partir de Clorito de Sodio (NaClO<sub>2</sub>) o Clorato de Sodio (NaClO<sub>3</sub>) en diferentes formatos de generación, destacando métodos por reacción con cloro gas (Cl<sub>2</sub>) o con soluciones de ácidos fuertes como el ácido hipocloroso (HOCl) o ácido sulfúrico.

La generación de ClO<sub>2</sub> a través del sistema patentado por Purate, escogido en Planta Aguas Corrientes para su implementación, parte del uso de un producto comercial denominado Purate (combinación de clorato de sodio NaClO<sub>3</sub> con peróxido de hidrógeno H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), el cual reaccionando con ácido sulfúrico produce el dióxido de cloro según la siguiente estequiometria:



Purate es un mezcla de 40% de clorato de sodio más 8% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en masa, con el agua de balance necesaria para desarrollar la reacción anterior en forma eficiente, en presencia de ácido sulfúrico ligeramente en exceso. Para una conversión del 95%, 4,15 partes de Purate se combinan con 5 partes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para generar 1 kg de ClO<sub>2</sub>.



La ventaja de esta aplicación (Purate) frente a otras basadas en clorito de sodio radica en:

- No utiliza gas cloro y parte de materia prima clorato en vez de clorito de sodio.
- Aplicación relativamente sencilla y confiable.
- Buen nivel de seguridad.
- Utiliza productos químicos estables.

Cuando se aplica a aguas superficiales o subterráneas, el  $\text{ClO}_2$  reacciona rápidamente con la materia orgánica natural. Aproximadamente el 70% de la dosis es reducida a clorito ( $\text{ClO}^{2-}$ ) y el resto pasa a clorato ( $\text{ClO}^{3-}$ ) o cloruros ( $\text{Cl}^-$ ).

La mayor parte de los servicios en USA que utilizan  $\text{ClO}_2$  aplican concentraciones inferiores a 1,5 mg/l, asegurando de esta manera tener residuales totales ( $\text{ClO}_2 + \text{ClO}^{2-} + \text{ClO}^{3-}$ ) inferiores a 1 mg/l según regulación vigente (D/DBP USEPA Rules), en tanto residuales de  $\text{ClO}_2$  por debajo de 0,2 mg/l no son percibidos a nivel de olor y sabor.

Resumen de ventajas:

- Fuerte oxidante con relativa persistencia.
- No reacciona con nitrógeno amoniacal.
- No forma prácticamente THMs ni HAAs.
- Destruye fenoles.
- Buena eficiencia en inactivación de *Cryptosporidium* y *Giardia*.
- Bajo requerimiento de dosis en post-desinfección
- Mejora remoción de Fe y Mn por oxidación.
- No afecta el ph.

Desventajas:

- Se descompone en subproductos inorgánicos: mayormente clorito y en menor grado clorato que deben ser controlados.
- Requiere equipos de generación in situ.
- Demanda un manejo cuidadoso para controlar excedentes y proporciones de constituyentes.

### Conclusión:

En función de las ventajas anteriores, una práctica recomendada conduce a el uso de  $\text{ClO}_2$  a nivel de entrada de agua bruta y/o su uso luego de instancia de clarificación, a fin de limitar las dosis máximas consumidas por la materia orgánica, reduciendo residuales objetables, en tanto que la desinfección final en agua filtrada se complementa con uso de cloro gas, en modo cloro libre, asegurando residualidad en agua distribuida.

En función de su especial característica de no reaccionar con el nitrógeno amoniacal, su demanda en ocasión de eventos esporádicos de presencia de esta sustancia, no generan una sobredemanda del oxidante  $\text{ClO}_2$ , en tanto el mismo puede ser controlado en la instancia de desinfección en posición post-filtración mediante cloro gas, sin riesgo de formación de THMs.

**La aplicación comercial basada en generación de  $\text{ClO}_2$  a partir de compuesto patentado Purate, escogido en la Planta de Aguas Corrientes, y en vías de implementación, es una solución plausible y utilizada con éxito en aplicaciones similares en la región.**

### **Ozono**

El ozono es un gas inestable de alto poder oxidante, generado a partir de la disociación de oxígeno molecular en presencia de un campo eléctrico alterno de alta diferencia de potencial (8000 a 20000 V), según diferentes diseños.

Presenta limitaciones en su uso asociadas a su alta reactividad, que dificultan su aplicación. En efecto el ozono reacciona tanto con compuestos orgánicos naturales como ácidos húmicos, como reacciona en cadena en procesos complejos de descomposición espontánea, a partir de especies químicas presentes en el agua como iones  $\text{OH}^-$ , bicarbonatos, etc.

El ozono forma bromoformo  $\text{CHBr}_3$  y otros derivados en presencia de bromuros de aguas naturales, contribuyendo a la cuenta de THMs objetables, lo cual limita su uso en aguas con contenidos medios a alto de bromuros en su composición natural.

### **Ventajas:**

- Eficiente desinfectante y oxidante.
- Baja producción de THMs y HAAs dependiendo de nivel de bromuros en agua bruta.

- Buen inactivador de *Cryptosporidium* y *Giardia*.
- Buen controlador de olor y sabor.

**Desventajas:**

- Genera subproductos objetables de desinfección: aldehídos, cetonas, THMs en presencia de bromuros, bromatos, quinonas y peróxidos.
- Residualidad de baja persistencia.
- Alto costo de inversión en instalaciones, así como de operación y mantenimiento.
- Promueve el crecimiento bacteriano por simplificación de materia orgánica compleja en compuestos simples hábiles para asimilación bacteriana.

**Conclusión:**

En función de las consideraciones anteriores, la práctica de uso del ozono se recomienda para aguas complejas con contenidos significativos de compuestos orgánicos complejos y sucedida de uso de procesos de adsorción (generalmente Carbón Activado Granular) en formato de uso continuo, de manera de complementar la remoción de compuestos secundarios generados en la propia ozonización y objetables. En estas circunstancias, se trata de un proceso de alto costo de inversión y operación, justificable en casos extremos de calidad muy comprometida del agua bruta.

**Permanganato de Potasio**

Si bien ha sido un oxidante utilizado desde muchos años, su uso ha descendido en función de las siguientes principales desventajas:

- Menor efecto oxidante que productos anteriores (ozono, dióxido de cloro, y cloro).
- Genera algunos subproductos desconocidos de difícil control.
- Origina precipitados de manganeso.
- Puede colorear las aguas de tinte ligeramente rosado ante excesos.

**Conclusión:**

Por las desventajas señaladas no se la considera una opción tecnológica hábil para aplicación sistemática en la Planta.

## **Procesos de Adsorción: uso de Carbón Activado en Polvo (PAC) y Granular (GAC)**

Los procesos de Adsorción están asociados a reacciones a nivel de superficie de contacto, donde átomos, iones o moléculas (adsorbatos) son atrapados o retenidos en la superficie de un material (adsorbente).

Las reacciones de adsorción pueden deberse a un espectro amplio de fenómenos físicos y químicos, a saber: intercambio iónico, adsorción química y adsorción física.

El Carbón Activado es el material por excelencia para la práctica eficiente del proceso de adsorción. Este producto se genera a partir de carbón vegetal o mineral mediante dos procesos sucesivos de carbonización por pirólisis seguido de activación u oxidación destinada a desarrollar la estructura porosa interna mediante exposición a atmósfera de gases específicos (vapor de agua y CO<sub>2</sub>) a altas temperaturas (315 a 925°C).

De esta manera se desarrollan productos de altísima superficie específica donde los procesos de superficie (adsorción), se desarrollan en forma altamente eficiente.

En términos prácticos la adsorción mediante Carbón Activado se desarrolla mediante dos modalidades: carbón activado en polvo (PAC) o carbón activado granulado (GAC).

### **Dosificación de Carbón Activado en Polvo (PAC)**

Consiste en la aplicación de una dosis de PAC por vía húmeda, generalmente en agua bruta previo a la coagulación, procurando un tiempo de contacto entre éste y el producto a adsorber. Las partículas de PAC agotan su capacidad y son luego removidas en el proceso de clarificación.

El empleo de PAC está dado por usos no permanentes y/o emergenciales en Plantas Potabilizadoras, de corta duración y con los siguientes objetivos:

- Mejora de eficiencia de remoción de materia orgánica.
- Eliminación de olor y sabor.

Las partículas de PAC normalmente rondan el orden de 50 µm y sus propiedades de adsorción se caracterizan a través de distintos parámetros de determinación estandarizada como el índice de Yodo.

Una ventaja decisiva del uso de PAC frente al GAC lo constituye lo constituye el menor costo de inversión, asociado al control de eventos estacionales y/o esporádicos, en

función de la relativa simplicidad y bajo costo de las instalaciones asociadas. Por otra parte los costos operativos asociados, se vinculan exclusivamente a los períodos de uso efectivo. A medida que la frecuencia de uso y las dosis necesarias aumentan, puede llegar a justificarse la incorporación de una instalación permanente de GAC.

El PAC suele aplicarse en suspensión líquida. Los puntos habituales de adición son:

- Toma de agua bruta.
- Mezcla rápida previo a la coagulación.
- Antes de la filtración (uso no habitual en bajas dosis).

Los requisitos básicos para asegurar la mejor eficiencia funcional son los siguientes:

- Buena mezcla.
- Tiempo de contacto adecuado.
- Evitar interferencias con otras sustancias adsorbibles.
- Evitar pasajes de PAC al proceso que perjudiquen la calidad del agua tratada.

Las dosis se determinan en base a ensayos de jarras, simulando las condiciones del proceso real y con verificación final de la variable a controlar. Para control de olor y sabor, las dosis habituales a nivel internacional se ubican en órdenes de 50 mg/l, con máximos que pueden superar los 100 mg/l. Existen asimismo modelos matemáticos, caso de la ecuación de Freundlich, que permiten estimar la dosis necesaria, según la concentración del contaminante problema y el tiempo de contacto disponible.

Para el caso específico de la Planta de Aguas Corrientes, se dispone de capacidades de dosificación de carbón activado para dosis máximas de hasta 100 mg/l (resultado de reciente ampliación de capacidad), con puntos de aplicación en: a) cámara de rejillas, b) canales de mezcla rápida y c) 1er celda de floculación mecánica en Planta Vieja. La práctica de uso del PAC en los últimos 10 años, no supera el uso del mismo por espacio de más de 10 días por año, lo cual justifica plenamente la opción de uso del proceso de adsorción por esta modalidad PAC.

### **Filtros de Carbón Activado Granular (GAC)**

Se trata en este caso del proceso de adsorción provocado en una instalación fija, donde el agua objeto de tratamiento, permanece un tiempo de contacto (entre 10 y 15 minutos) con el medio granular adsorbente, suficiente para alcanzar objetivos de remoción. La capacidad de adsorción del GAC se agota al cabo de un tiempo de exposición dependiente de condiciones diversas: granulometría del manto, tiempo de contacto, concentración de sustancia a adsorber, carga hidráulica, actividad biológica en lecho, etc. Se aplica normalmente como operación a continuación de etapas de

80

clarificación y filtración, de manera de minimizar interferencias con otro tipo de sustancias fácilmente separables en tales procesos.

El tipo más usual de filtros GAC es del tipo abierto de flujo vertical descendente operados por gravedad. Operan a semejanza con los filtros rápidos de arena, en dos períodos, a saber: a) el modo filtración, donde ocurre el flujo continuo de agua observando el tiempo de contacto prefijado fruto de un determinado volumen de medio GAC al que se expone el flujo de agua, observando condiciones semejantes de tasa hidráulica, pérdida de carga acorde, etc., y b) el modo lavado que ocurre mediante contraflujo de agua a fin de remover eventuales partículas de floc acumuladas en los poros del medio (esta operación no restituye condiciones de adsorción agotadas durante el proceso).

La granulometría del medio filtrante es variada, siendo características típicas las siguientes:

- Superficie efectiva del GAC: 800 a 900 m<sup>2</sup>/g.
- Densidad bruta del GAC seco: 450 kg/m<sup>3</sup>
- Densidad de la partícula de GAC: 1,4 a 1,5 k/cm<sup>3</sup>
- Tamaño efectivo: 0,8 a 0,9 mm
- Carga hidráulica superficial: 8 a 15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h dependiendo de granulometría.
- Tiempo de contacto: 10 a 15 minutos
- Numero de Yodo: 850 a 875
- Costo de referencia: US\$ 2.000/ton

Como resultado de los procesos de adsorción, la capacidad del GAC se agota normalmente en tiempos de 1 a 5 años, dependiendo de los volúmenes de agua procesados y la concentración del contaminante a adsorber. La regeneración puede ser efectuada en sitio o externamente mediante varios procedimientos: uso de vapor, medios térmicos o químicos.

### **Conclusiones de uso de PAC y GAC**

Como conclusión general del uso de procesos de adsorción se señala su alta eficiencia y capacidad como herramienta hábil para remoción de sustancias tóxicas y/o generadoras de olor y sabor. Asimismo es un eficiente removedor de materia orgánica disuelta, sin perjuicio que esta capacidad compite con el uso anterior, fundamentalmente contribuyendo al consumo de la capacidad finita de adsorción y por tanto reduciendo el período de uso entre instancias de generación.



El uso de PAC o GAC está determinado fundamentalmente por la frecuencia e intensidad de uso, a su vez condicionada por las características del agua a tratar.

**Para el caso de la Planta de Aguas Corrientes, claramente las necesidades de uso, si bien presentan una importancia significativa por la especial sensibilidad de la población usuaria a eventos de olor y sabor, éstas ocurren con una frecuencia de uso relativamente baja, que solo justifica mantener la práctica de uso del PAC.**

### **III.6.3. Validación de acciones de fortalecimiento de capacidad en Planta**

#### **Capacidad actual disponible para tratamientos terciarios en Planta**

La Planta posee y/o tiene en proceso avanzado instalaciones destinadas a disponer de la capacidad para atender los eventos extraordinarios objeto de análisis en este capítulo. Es el propósito revisar y validar los mismos, planteando eventualmente las acciones complementarias que se entiendan necesarias.

En efecto, la Planta ha dispuesto acciones orientadas a disponer de la mejor capacidad de tratamiento especial mediante dos herramientas fundamentales:

- Uso de Dióxido de Cloro como oxidante alternativo al cloro, para objetivos de preoxidación de materia orgánica en general, sin perjuicio de usos específicos complementarios: eventual oxidación de metabolitos tóxicos y/o generadores de olor y sabor así como prácticas de control de moluscos en conducciones y dispositivos en contacto con el agua bruta en área de captación.
- Uso de PAC, en capacidad de dosificar altas concentraciones, para herramienta de control de fenómenos puntuales de aparición de metabolitos tóxicos y/o generadores de olor y sabor.

Este Grupo Consultor, a partir de las consideraciones generales de la Mejor Práctica Internacional presentadas en forma resumida en capítulos anteriores, y teniendo en cuenta las condiciones específicas actuales y proyectadas para la Planta de Aguas Corrientes, coincide en la selección de procesos efectuada. Bajo estas pautas, a continuación procede a pasar rápida revisión de las características principales de tales instalaciones y efectuar recomendaciones complementarias de uso.

#### **Capacidad actual de dosificación de PAC**

La Planta ha fortalecido recientemente su capacidad para dosificar PAC de manera de poder alcanzar dosis de hasta 100 mg/l.



Se destacan a continuación las principales características de la instalación:

- Dosis máxima aplicable: 100 mg/l para 700.000 m<sup>3</sup>/d de producción.
- Concentración de suspensión: aprox. 11%
- Consumo máximo seco: 3000 kg/h
- Caudal de suspensión al 11%: aprox. 28.000 l/h totales (4 bombas de 7000 l/h).
- Capacidad total de tanques de preparación: 4 x 70 m<sup>3</sup>
- Tiempo mínimo de residencia en tanques de suspensión: 10 horas.
- Se encuentran en curso acciones de mejora para descarga y llenado de cubas de preparación de suspensión de PAC, que minimicen presencia de polvo en la atmósfera.

Puntos de aplicación:

- Captación de agua bruta
- Canal de mezcla rápida
- Primera celda de floculación mecánica

### **Capacidad en proceso de implementación para dosificación de Dióxido de Cloro**

La Dirección de la Planta ha tomado la decisión y desarrollado un programa de implementación de aplicación de Dióxido de Cloro con los fines comunes a los indicados en el presente estudio.

Las bases principales del Proyecto de Implementación son las siguientes:

- Implementación de dos generadores con capacidad de aplicar entre 4 y 32 kg/h de ClO<sub>2</sub>.
- Esta capacidad de generación es suficiente para dosificar 0,2 mg/l de ClO<sub>2</sub>.
- El reactivo a utilizar es el comercialmente conocido como Purate en conjunto con ácido sulfúrico al 98%. El ácido ingresa al equipo generador a una concentración del 78%, previa dilución en agua proveniente de equipo de ósmosis inversa (parte del equipamiento accesorio de generación).
- La instalación se complementa con unidades accesorias, a saber: tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico, tanques de almacenamiento del producto Purate (clorato de sodio y peróxido de hidrógeno en mezcla apropiada), locales, protección especial ante descargas atmosféricas, medidores de caudal, instalación hidráulica y desagües, instalación eléctrica, sensores de nivel de tanques, etc.

- Puntos previstos de aplicación: captación (4 puntos de preoxidación en obras de toma) y 3 puntos de interoxidación (antes de filtros y coincidentes con actuales puntos de intercloración).
- Se prevé disponer de aplicación de prueba y experimentación en planta piloto existente, a fin de ajustar dosis para diferentes puntos de aplicación.

El análisis de las instalaciones y condiciones proyectadas permite agregar los siguientes comentarios:

- Se valida la solución en curso por considerar el oxidante y forma de generación como solución más apropiada para las condiciones actuales y proyectadas del agua bruta según estudio realizado.
- En capítulo siguiente se propone un esquema de uso que maximice sus prestaciones.
- Se prevé un costo de producto en el entorno de US\$ 3.000/ton, lo cual en función de la estequiometría mencionada anteriormente, determina un costo operativo en el entorno de US\$ 17/ kg de  $\text{ClO}_2$ . Para una dosis media a utilizar en el entorno de 0,15 mg/l estimada, el costo anual operativo se ubica en US\$ 650.000/año.

## **Recomendaciones de uso de las instalaciones disponibles**

Sin perjuicio de mejores comprobaciones resultantes de pruebas en planta piloto y/o experiencias resultantes de la propia práctica de operación, se proponen las siguientes prácticas asociadas a los objetivos de remoción de TOC y metabolitos tóxicos y/o generadores de olor y sabor, conjugado a restantes prácticas indicadas (coagulación acentuada y uso de PAC):

- Priorizar uso de  $\text{ClO}_2$  en modo interoxidación, de manera de maximizar la remoción de TOC mediante coagulación (complexiva como clarificación). De esta manera se minimiza la demanda de  $\text{ClO}_2$  aplicada a un remanente estimado de TOC < 4 mg/l. Esta aplicación puede concurrir, dada la capacidad del producto con la oxidación de metabolitos tóxicos y/o causantes de olor y sabor.
- En ocasión de episodios severos de presencia de olor y sabor, la práctica debería orientarse a utilizar PAC en agua bruta, maximizando la remoción de metabolitos y materia orgánica disuelta conjuntamente con la operación de coagulación acentuada. En tal caso el uso de  $\text{ClO}_2$  en punto de interoxidación, actuará en segunda instancia, con remoción adicional de compuestos objetables y sin riesgo de formación de THMs y HAAs.

El uso en modo preoxidación estará asociado a prácticas preferentes de control de moluscos, en la medida que la demanda del oxidante por la materia orgánica con fines de remoción de TOC puede tornar insuficiente la capacidad actual instalada (0,2 mg/l). En efecto, esta dosis es la recomendada para usos periódicos como control de moluscos en agua bruta.

## **CAPÍTULO IV. OBRAS Y ACTUACIONES CONSIDERADAS PARA EL ASEGURAMIENTO DEL AGUA AL SISTEMA METROPOLITANO Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS**

### **IV.1 Funcionalidad de las obras**

#### **Desvío arroyo Canelón**

Esta obra se plantea con dos objetivos principales:

- Generar la posibilidad de desviar parcialmente el Arroyo Canelón Grande hacia aguas abajo de la toma de Aguas Corrientes. Con esto se busca poder eliminar aportes de agua de baja calidad de este curso de agua a la toma de Aguas Corrientes.
- Posibilidad de generar una toma de agua desde al Arroyo Canelón grande independizándolo del curso del río Santa Lucía.

#### **Presa de Casupá**

Represa de 15 metros de altura sobre el arroyo Casupá que almacenaría 100 hm<sup>3</sup>, interceptando una cuenca de 685 km<sup>2</sup>. Su función es suministrar caudales de base (0,5 m<sup>3</sup>/s) a la cuenca del río Santa Lucía Grande de forma permanente y complementarios (3 m<sup>3</sup>/s) cuando el caudal en dicho río en Fray Marcos descienda de los 3 m<sup>3</sup>/s.

#### **Presa de El Soldado**

Represa de 15 metros de altura sobre el arroyo El Soldado que almacenaría 27 hm<sup>3</sup>, interceptando una cuenca de 200 km<sup>2</sup>. Su función es suministrar caudales de base (0,25 m<sup>3</sup>/s) a la cuenca del río Santa Lucía Grande (afluente de la parte de Minas) de forma permanente y complementarios (1 m<sup>3</sup>/s) cuando el caudal en dicho río en Fray Marcos descienda de los 3 m<sup>3</sup>/s.

#### **Presa de Rincón de Carballo**

Represa de 3 metros de altura de hormigón sobre el río San José que almacenaría 35 hm<sup>3</sup> interceptando una cuenca de más de 2.000 km<sup>2</sup>. Su función sería aportar a AACC caudales para abastecimiento, cuando los caudales en el río Santa Lucía en AACC no superaran los 9 m<sup>3</sup>/s.

### **Conducción de Bocas del Cufré- AACC**

Sistema de transferencia con capacidad para 4 m<sup>3</sup>/s compuesto por captación, bombeo, pretratamiento de desbaste y desinfección con dióxido de cloro, rebombeo hasta la cabecera de AACC, terminando la transferencia por una conducción por gravedad.

### **Conducción de Bocas del Cufré- nueva Planta Oeste**

Sistema de transferencia de similares características que el anterior, pero que deposita las aguas del Río de la Plata en una nueva Planta Oeste, desde donde se bombea a Km 24.5, lugar de encuentro con las líneas aductoras a Montevideo.

### **Nueva Planta de ósmosis inversa cercana a Santiago Vázquez**

Sistema de transferencia desde las proximidades de Santiago Vázquez compuesto por bombeo de aguas salobres, pretratamiento, bombeo a una planta de ósmosis inversa, complementada por una planta convencional de acondicionamiento y remineralización y un bombeo hasta Melilla.

### **Conducción Paso Severino-AACC**

Se trata de una doble conducción de 2 m de diámetro con capacidad total de 10 m<sup>3</sup>/s. Su función es transportar agua sin posibilidades de mezcla con las aguas fluyentes del río.

### **Ampliación bombeo**

Son actuaciones a largo plazo consecuencia de las limitaciones de las instalaciones de bombeo de la Usina de AACC a partir de demandas superiores a los 766.000 m<sup>3</sup>/día

### **Ampliación aductoras**

Son las obras complementarias a las citadas en el punto anterior y que permitirían transportar más de los 766.000 m<sup>3</sup>/día

## **IV. 2. Costos de las inversiones y costos operativos diferenciales**

En el apartado anterior IV.1, se ha realizado una breve descripción de las obras poniendo de manifiesto sus aspectos de mayor importancia.

Ahora corresponde presentar los costos de todas estas realizaciones, que incluyen leyes sociales, IVA e ingeniería y dirección de obra. Todos estos costos se encuentran plenamente justificados en el anexo N° 1. Inversiones

En la tabla IV.1 se representan los montos económicos expresados en US\$ de la línea de base, común a todas las alternativas en estudio. En la tabla IV.2 se muestran los importes de la obras para cada alternativa y en la tabla IV.3 los costos anuales diferenciales operativos.

**Tabla N° IV.1. Obras básicas comunes (Línea de base y sugeridas)**

| Alternativas | Inversiones básicas en Presa Paso Severino, | Inversiones en Usina AACC (Nueva toma +ClO <sub>2</sub> +PAC) | Filtros   | Presa Aguas Corrientes | Acondicionamiento Presa Canelón | Tratamiento de fangos | Monitorización | Total actuaciones básicas comunes |
|--------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------------|
| Todas        | 11.500.000                                  | 15.000.000                                                    | 6.000.000 | 2.000.000              | 1.000.000                       | 21.200.000            | 3.500.000      | 60.200.000                        |

**Tabla N°IV.2. Obras específicas de cada alternativa**

|      | Alternativas                                                                                              | Ampliación instalaciones AACC | Ampliación bombeo alta | Ampliación aductoras | Desvío arroyo Canelón | Presa El Soldado | Presa Casupa | Cambio manto filtros | Presa Rincón de Carballo y túnel transvase a AACC | Entubado Paso Severino-AACC | Transferencia, bombeo de Bocas del Cufre- AACC | Transferencia, bombeo y nueva planta "Oeste" | Transferencia desde ósmosis Inversa (ceca de S. Vazquez) | TOTAL INVERSIÓN |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|--------------|----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.1. | Presas cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes                               | 8.700.000                     | 14.559.750             | 80.000.000           | 5.186.466             | 31.860.775       | 57.126.767   | 2.000.000            |                                                   |                             |                                                |                                              |                                                          | 199.433.758     |
| 1.2. | Presa cuenca alta del río Santa Lucía y centralización en Aguas Corrientes, con entubado P° Severino-AACC | 8.700.000                     | 14.559.750             | 80.000.000           | 5.186.466             |                  | 57.126.767   | 2.000.000            |                                                   | 206.418.960                 |                                                |                                              |                                                          | 373.991.943     |
| 2.1. | Toma Río de la Plata hacia Aguas Corrientes                                                               | 8.700.000                     | 14.559.750             | 80.000.000           | 5.186.466             | 31.860.775       |              | 2.000.000            |                                                   |                             | 438.862.951                                    |                                              |                                                          | 581.169.942     |
| 2.2. | Toma Río de la Plata con tratamiento convencional en nueva Planta Oeste                                   |                               | No                     | No                   | 5.186.466             | 31.860.775       |              |                      |                                                   |                             |                                                | 611.930.000                                  |                                                          | 648.977.241     |
| 2.3. | Toma Río de la Plata con proceso de desalinización                                                        |                               | No                     | No                   | 5.186.466             | 31.860.775       |              |                      |                                                   |                             |                                                |                                              | 478.023.330                                              | 515.070.571     |
| 3    | Transvase de la cuenca río San José hacia Aguas Corrientes                                                | 8.700.000                     | 14.559.750             | 80.000.000           | 5.186.466             | 31.860.775       |              | 2.000.000            | 321.115.708                                       |                             |                                                |                                              |                                                          | 463.422.699     |

**Tabla N°IV.3.a. Costos diferenciales anuales de operación para alternativas 1.1 y 1.2**

| Gastos anuales diferenciales de operación en US\$ TOTAL |           | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal. Centro Costo Casupá, incluso p.p. Canelón | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón | Energía consumida en presas | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |
|---------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Alternativa 1.1.                                        | 3.286.538 | 2.500.000                                            | 92.861                                              | 53.063                                           | 82.512                      | 285.634                                        | 272.469                                                                    |
|                                                         |           | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal. Centro Costo Casupá, incluso p.p. Canelón |                                                  | Energía consumida en presas | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |
| Alternativa 1.2.                                        | 3.045.000 | 2.500.000                                            | 92.861                                              |                                                  | 82.512                      | 210.909                                        | 158.719                                                                    |



**Tabla IV.3.b. Costos diferenciales anuales de operación para alternativas 2.1, 2.2, 2.3 y 3**

|                  | Totales US\$ | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombeos, etc | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón |                                           |                                |           | Pretratamiento | Energía consumida bombeos | Energía consumida en planta y/o presas |                                                                                 | Auscultación/Taludes limpiezas                 | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |                                                                                           |
|------------------|--------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|---------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alternativa 2.1. | 7.610.908    | 2.500.000                                            | 347.820                               | 53.063                                           |                                           |                                |           | 417.959        | 3.205.000                 | 249.529                                |                                                                                 | 159.306                                        | 678.231                                                                    |                                                                                           |
|                  |              | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombeos, etc | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón |                                           | Personal Usina Oeste           |           | Pretratamiento | Energía consumida bombeos | Energía consumida en planta y/o presas | Energía bonificada por tener el agua disponible a la cota piezométrica a la 160 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |                                                                                           |
| Alternativa 2.2. | 7.385.340    | 1.250.000                                            | 347.820                               | 53.063                                           |                                           | 447.100                        |           | 417.959        | 6.316.000                 | 249.529                                | - 2.750.000                                                                     | 159.304                                        | 894.564                                                                    |                                                                                           |
|                  |              | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombeos, etc | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón |                                           | Personal Usina Ósmosis Inversa |           | Pretratamiento | Energía consumida bombeos | Energía consumida en planta y/o presas | Energía bonificada por tener el agua disponible a la cota piezométrica a la 160 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. | Reposición membranas                                                                      |
| Alternativa 2.3. | 15.862.002   | 1.250.000                                            | Incluido en usina                     | 53.063                                           |                                           |                                | 1.022.465 | 417.959        | 2.900.000                 | 6.700.000                              | - 2.750.000                                                                     | 159.304                                        | 3.714.827                                                                  | 2.394.384                                                                                 |
|                  |              | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro |                                       | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón | Personal. Centro Costo Rincón de Carballo |                                |           |                |                           | Energía consumida en planta y/o presas |                                                                                 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. | Mantenimiento áreas acceso bocas inspección, comprobaciones geotécnicas, topografía, etc. |
| Alternativa 3    | 3.490.000    | 2.500.000                                            |                                       | 53.063                                           | 66.329                                    |                                |           |                |                           | 82.512                                 |                                                                                 | 285.634                                        | 282.469                                                                    | 219.993                                                                                   |

#### IV. 3 Resumen de inversiones y costos diferenciales de operación

En la tabla N°IV.4 se resumen los valores de los importes de las inversiones a realizar al año horizonte, agrupadas por línea de base, inversiones específicas de cada alternativa y costos diferenciales operativos anuales por alternativa.

**Tabla N°IV.4. Importes inversiones y costos diferenciales anuales operativos**

|             | Alternativas                                                | Total línea de base (US\$) | Total inversiones (US\$) | Costos diferenciales de operación (US\$) |
|-------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------------|
| <b>1.1.</b> | Alternativa sin entubamiento centralización AACC            | 60.700.000                 | 202.934.000              | 3.286.538                                |
| <b>1.2.</b> | Alternativa con entubamiento y centralización AACC          | 60.700.000                 | 377.492.000              | 3.045.000                                |
| <b>2.1.</b> | Alternativa conducción Bocas del Cufré-AACC                 | 60.700.000                 | 584.707.000              | 7.610.908                                |
| <b>2.2.</b> | Alternativa conducción Bocas del Cufré-Nueva usina en Oeste | 60.700.000                 | 652.477.000              | 7.385.340                                |
| <b>2.3.</b> | Alternativa Planta de ósmosis en Santiago Vázquez           | 60.700.000                 | 517.583.000              | 15.862.002                               |
| <b>3</b>    | Alternativa Rincón de Carballo-AACC                         | 60.700.000                 | 466.923.000              | 3.490.000                                |

Los costos operativos se desglosan en costos fijos y costos marginales o variables, según se representa en la tabla N° IV.5.

**Tabla N° IV.5. Desglose de los costos anuales diferenciales operativos**

| US\$         | COSTOS FIJOS (US\$) |                              | COSTOS VARIABLES (US\$) |                | (US\$)     |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|----------------|------------|
| Alternativas | Personal            | Mantenimiento y conservación | Energía                 | Potabilizantes | Totales    |
| 1.1          | 145.924             | 558.103                      | 82.512                  | 2.500.000      | 3.286.538  |
| 1.2          | 92.861              | 369.628                      | 82.512                  | 2.500.000      | 3.045.000  |
| 2.1          | 400.883             | 837.537                      | 3.454.529               | 2.917.959      | 7.610.908  |
| 2.2.         | 847.983             | 1.053.868                    | 3.815.529               | 1.667.959      | 7.385.340  |
| 2.3          | 1.075.528           | 6.268.515                    | 6.850.000               | 1.667.959      | 15.862.002 |
| 3            | 119.392             | 788.096                      | 82.512                  | 2.500.000      | 3.490.000  |

## **CAPÍTULO V. ESTUDIO ECONÓMICO Y DE FACTIBILIDAD SOCIO-ECONÓMICA**

### **V.1.Objetivos**

El objetivo de este capítulo es presentar los resultados del análisis de factibilidad socioeconómica, o sea la evaluación del proyecto en sus diversas alternativas desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto. Los resultados de esta evaluación para cada alternativa alimentan luego un modelo que agrega el conjunto de resultados de diversas variables de cada una de estas alternativas para seleccionar la óptima.

La evaluación permite visualizar y cuantificar los beneficios económicos para el país del proyecto, que se expresan en externalidades o ahorro de costos o evitar restricciones en los consumos de agua potable, entre otros. Estos beneficios se cotejan con los costos de inversión y operacionales previstos para cada alternativa del proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto.

La consideración de las externalidades desde el punto de vista socioeconómico adquiere importancia, ya que reflejan aquellos beneficios y/o costos que no se extraen de la información de mercados. En este sentido, se destaca la disposición a pagar por asegurar la calidad del agua potable para beber, el ahorro de los costos defensivos ante los problemas de eventos extraordinarios que afecta la calidad del agua y otros beneficios que no se cuantifican en esta oportunidad pero que se refieren al cuidado de la salud, básicamente, entre los más notorios.

Con estas informaciones, se elabora la evaluación socioeconómica de cada una de las alternativas analizadas para este proyecto.

### **V.2. Antecedentes relevados**

En primer lugar, se recopiló información publicada sobre escenarios socioeconómicos de los proyectos, en especial el trabajo de OPP denominado Estrategia Uruguay IIIS,. Sus resultados pueden verse en el Capítulo I del Informe de Avance sobre “Población y Demanda. Proyecciones”.

También para ese capítulo, esencial para esta evaluación, se recopiló información sobre elasticidades precio y producto de la demanda de agua potable del estudio realizado en el marco del Convenio OSE-Universidad de la República (2000-2001) sobre “Previsión de la Demanda de Agua y Saneamiento”.

Junto a ello, se recopiló la información respectiva sobre los consumos de agua y sus aperturas por categoría para los últimos años, elaborados por el sistema de Reducción de Agua No Contabilizada (RANC) de OSE. A ello se agregó información financiero-contable sobre la empresa y en especial el área metropolitana.

En relación a los posibles beneficios que se podrían obtener con este proyecto, referidos fundamentalmente a externalidades económicas, se relevaron diversos estudios realizados tanto en América del Sur como en Europa sobre disposición a pagar para asegurar la calidad del agua potable para beber y también sobre los costos defensivos de los hogares ante estos problemas en el agua para beber.

Dentro de los estudios relevados se destaca el realizado para Bogotá, Colombia, en el año 2008, donde se determina la Disposición a Pagar (DaP) para que se mantenga la calidad y cantidad del agua, en base a donaciones anuales de la población. Los resultados obtenidos mostraron que la DaP sería de US\$ 2/mes/hogar que representaba un 0,19% del ingreso mensual de los hogares de Bogotá. Estas donaciones se extenderían por 10 años.

Por otra parte, es importante considerar también un estudio realizado por P. de Frutos (2009) para la ciudad de Soria, España, sobre valor de la calidad del agua de abastecimiento y las medidas defensivas que adoptan los hogares perjudicados. Se comprueba que la DaP por la mejora de la calidad el agua es superior al costo de las medidas defensivas. La DaP sería igual a Euros 7 /mes /hogar o sea un 0,34% del ingreso de los hogares de Soria, mientras que las medidas defensivas se ubicarían en Euros 11,67/mes/hogar. Se supone un consumo de 18 lts de agua envasada por semana por hogar.

Además, se destaca el estudio sobre la calidad del agua del Río Serpis, Valencia, España, en 2009. La DaP se calculó en Euros 110 por año, o sea 0,45% del ingreso de los hogares de la región de Soria, según el método de la evaluación contingente. En este estudio se menciona a su vez el cálculo de una DaP para la región de Taure, Reino Unido por Euros 7,61/hogar/mes, que representa el 0,44% del ingreso de los hogares de dicha zona.

Para Zaragoza, España, en el 2004, se calcularon los costos defensivos del agua para beber, básicamente agua embotellada (14,4 lts. por semana por hogar), para un proyecto de Euros 220 millones para atender a más de 700 mil hogares. El total calculado para dichos costos representó el 0,57% del ingreso medio de los hogares de Zaragoza.

También se relevó un estudio realizado para Sucre, Bolivia, en el 2011, para calcular la DaP por mejora del sabor del agua para beber y la eliminación de cortes. Dicha DaP se ubicó en US\$ 1,52/mes/hogar, o sea un 0,28% del ingreso de los hogares.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados de los estudios relevados.

**Tabla N° V.1. Resultados de antecedentes de disposición a pagar**

| <b>Disposición a Pagar - Antecedentes</b> |               |                      |                             |
|-------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>Estudios</b>                           | <b>Unidad</b> | <b>Valor mensual</b> | <b>% s/ Ingreso Hogares</b> |
| Bogotá, Colombia                          | US\$          | 2                    | 0,19%                       |
| Soria, España                             | €             | 7                    | 0,34%                       |
| Río Serpis, España                        | €             | 9,17                 | 0,45%                       |
| Taure, R. Unido                           | €             | 7,61                 | 0,44%                       |
| Sucre, Bolivia                            | US\$          | 1,52                 | 0,28%                       |
| Zaragoza, España                          | €             | 10,56                | 0,57%                       |
| <b>Promedio</b>                           |               |                      | <b>0,34%</b>                |

Fuente: Cálculos propios en base a diversos estudios

Por último, cabe agregar un estudio realizado en nuestro país, que no es exactamente el tema que nos ocupa pero que está relacionado y permite tener una idea de las valoraciones en nuestro país y sus relaciones con otras experiencias regionales e internacionales y nos permite tener un elemento adicional para elegir la valoración que puede aplicarse a nuestro caso. H. Roche (2008) calculó la DaP para la mejora ambiental del Río de la Plata (no se utiliza para abastecimiento en la actualidad) en US\$ 4,2/mes para los hogares de la población costera de la Ciudad de la Costa, Canelones, Uruguay. Esta DaP representaba un 0,27% del ingreso de dichos hogares.

Como conclusión, podemos decir que los resultados de los estudios relevados son relativamente similares y ello hace que este benchmarking adquiera una mayor confiabilidad. Además, la DaP calculada para sostener la calidad del agua del Río de la Plata muestra que dichos resultados no estarían alejados de lo que se podría calcular para Uruguay en este caso. Por ello y además por un criterio conservador, se ha seleccionado al resultado de la DaP obtenida para el caso de Bogotá para ser utilizada en nuestro estudio, como indicador del beneficio del proyecto, esta DaP es inferior a las observadas en estudios de Europa y a la de Bolivia, lo cual es coherente con las realidades de los casos observados.

En síntesis, se supone que la población del Área Metropolitana de Montevideo estaría dispuesta a efectuar pagos por el 0,19% del ingreso de sus hogares durante 10 años para obtener una mejora de la calidad del agua potable para beber y no tener que

enfrentar a los eventos extraordinarios de caída de la calidad, como ha ocurrido recientemente en el país y probablemente se repita en el futuro.

### **V.3. Metodología**

#### **Período**

En proyectos de este tipo, habitualmente se utilizan períodos de evaluación del orden de los 20/30 años, a los efectos de considerar las características de las inversiones y los propios procesos de maduración de las mismas. Por lo tanto, se ha definido aquí que el período de evaluación de este proyecto irá desde el año 2014 donde se supone que se inician las acciones del proyecto hasta el año 2045, o sea algo más de 30 años, como un plazo adecuado para que puedan observarse en su totalidad los efectos de las inversiones. Además, se toma como base de cálculo de los valores al año 2012, con sus estructuras de precios y costos respectivos, por lo que los niveles monetarios se expresan en moneda constante de dicho año.

#### **Análisis costo-beneficio**

La evaluación económica se basa, en este caso, en la utilización del análisis costo-beneficio, que implica asignar valores monetarios a todos los costos y beneficios asociados con el proyecto objeto de análisis, tanto directos como indirectos y también de oportunidad. Estos valores monetarios corresponden fundamentalmente a precios de eficiencia económica, que evitan las distorsiones propias de los mercados, a la vez que permiten contabilizar también los beneficios y costos de las externalidades económicas.

Para ajustar los precios de mercado y llevarlos a nivel de eficiencia económica se utilizan las relaciones de precios de cuenta. Para ello, se ha recurrido a diversos documentos elaborados por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) de la Presidencia de la República.

El primer documento utilizado fue elaborado por la Oficina en el año 2004 y contiene la mayoría de las Relaciones de Precios de Cuenta que aquí manejaremos. A ello se agregan los recientes cálculos efectuados en el marco de un convenio entre OPP y la Universidad de la República, que se encuentra próximo a publicarse. Estos cálculos corresponden a las relaciones de precios de cuenta de la mano de obra y de la divisa, junto a la tasa social de descuento, que se estimó en 12% anual efectiva.

Por tanto, en el cuadro siguiente se incluyen las relaciones de precios de cuenta de la divisa y de la mano de obra calculadas en el año 2012 y el resto que corresponde a los cálculos del año 2004.



**Tabla N° V.2. Relaciones de Precios de Cuenta**

| Concepto                          | Relaciones |
|-----------------------------------|------------|
| Divisa                            | 1,21       |
| Mano de obra calificada           | 1          |
| Mano de obra semi calificada      | 0,60       |
| Mano de obra no calificada        | 0,60       |
| Combustibles (gasoil)             | 0,85       |
| Combustibles (fueloil)            | 1,22       |
| Gas natural                       | 0,74       |
| Leña                              | 1,31       |
| Transporte                        | 0,78       |
| Energía Eléctrica                 | 0,73       |
| Mantenimiento                     | 0,94       |
| Equipos importados                | 0,99       |
| Construcciones industriales       | 0,91       |
| Obras Civiles                     | 0,92       |
| Tierra                            | 1,19       |
| Factor de Conversión de Inversión | 1,01       |
| Factor de Conversión Estándar     | 0,95       |

Fuente: Cálculos propios en base a O.P.P e Instituto de Economía de la UDELAR

Por otro lado, se debe tener en cuenta que en el caso de OSE, el Impuesto al Valor Agregado (IVA) es prácticamente un costo ya que sólo en una parte menor de los costos de la empresa se puede deducir el IVA compras del IVA ventas. No se aplica el

IVA a las tarifas de agua y saneamiento en general. En ese sentido, se considera como supuesto simplificador que el IVA compras se incluye en los costos.

Frente a ello, como en términos económicos el IVA es una transferencia entre actores de la sociedad y no se considera en el cálculo económico, se deben ajustar las inversiones y los costos de operación y mantenimiento que lo incluyen desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto o sea en la evaluación socioeconómica.

Por su parte, una dificultad importante de este método es la determinación y valoración de los beneficios económicos, ya que en la mayoría de los casos son beneficios que no pueden obtenerse a partir del análisis privado o de mercado. En la bibliografía sobre el tema, se destaca que la valoración económica de los beneficios puede determinarse a partir de diversos métodos.

En primer lugar, se debe tener en cuenta el valor de uso de los bienes que puede basarse en su valor de consumo, que puede implicar una disminución de la oferta de ese bien, o en su defecto en el valor de su no consumo, lo que permite su disponibilidad, y por último su valor de opción, que asegura su preservación para el consumo futuro del mismo. Además, un bien puede tener un valor intrínseco que se refiere a la importancia de preservar su existencia para generaciones futuras, como por ejemplo el paisaje, o su existencia para otras especies o elementos no vivos. A los efectos de llegar a calcular estos valores, se puede recurrir a diversas metodologías: directas según mercados o sus sustitutos o subrogados, o según mercados hipotéticos o indirectas.

En nuestro caso, se opta por esta última variante para el cálculo de una parte de los beneficios, la creación de mercados subrogados, que es la más utilizada en proyectos de agua potable y saneamiento, calculando la Disposición a Pagar de los hogares por la mejora del agua para beber o en su defecto los costos defensivos de los hogares ante la mala calidad del agua potable, para nuestro caso. En función de ello, se relevaron diversos antecedentes sobre cálculos de este tipo en América y Europa, que se comentaron previamente, lo cual dio lugar a la selección de uno de ellos para ser utilizado en este trabajo como valoración de los beneficios del proyecto.

A su vez, se ha considerado como un beneficio del proyecto que se evitan restricciones al abastecimiento de agua potable tanto en períodos normales como en sequías. Ello se basa en que los estudios realizados en esta oportunidad establecen que a muy corto plazo deberían realizarse restricciones al consumo de agua. A ello se agrega que, si se estima que cada 10 años en promedio se presenta una sequía importante, aquí deberían también efectuarse restricciones al consumo de agua potable. Para cuantificar monetariamente estos beneficios se recurrió al beneficio bruto

(ingresos por agua potable menos costos operativos) por m<sup>3</sup> que arrojan los resultados de la contabilidad para el área atendida por la Gerencia Técnica de Montevideo.

Este análisis se basa también en la determinación de los costos económicos, asociados a los proyectos, y no sólo los financieros o de mercado, durante el período previamente definido para esta evaluación económica. Para ello, se determinan primero los costos de mercado, tanto de inversiones como de operación y mantenimiento para luego ajustarlos a precios de eficiencia como se comentó precedentemente.

A su vez, para tener en cuenta la pérdida de suelos por construcción de presas, se tomó como indicativo del valor económico de estas áreas a la productividad anual de las mismas, a partir de información del MGAP sobre rentabilidad de la explotación agropecuaria en la zona del proyecto.

### **Línea de base**

Primero, se construyeron los flujos anuales de costos de la situación sin proyecto o sea de línea de base, considerando la evolución de la situación actual sin grandes cambios a futuro, excepto los ya definidos en la actualidad, con lo cual se mantienen los problemas de cantidad y calidad del agua para beber en el área metropolitana, con eventos extraordinarios de contaminación. Esta situación sin proyecto se calcula en valores monetarios constantes del año 2012 y expresados a precios de eficiencia, según se especificó precedentemente.

Estos costos se refirieron tanto a inversiones como costos de operación y mantenimiento de la presa de Paso Severino y de la planta de Aguas Corrientes, ya que otras etapas del proceso de abastecimiento de agua potable al área metropolitana no se modificarían con el proyecto.

Se recurrió a las siguientes fuentes de información:

- Balances de la empresa OSE en lo referente a la Usina
- Información contable específica sobre los diversos costos de la Usina de Aguas Corrientes.
- Datos específicos de costos de Paso Severino brindados por los responsables de la operación.
- Proyecciones económico-financieras de la empresa OSE sobre inversiones a realizar según el Presupuesto quinquenal en Aguas Corrientes.

- Estimaciones de la Gerencia de Agua Potable sobre inversiones futuras en Aguas Corrientes y Paso Severino y costos de operación adicionales ya previstos.
- En función de esta información se estimaron para todo el período de evaluación los costos económicos de la situación sin proyecto a precios constantes y ajustados por las correspondientes relaciones de precios de cuenta.

### **Alternativas del Proyecto**

En este caso, para cada una de las alternativas aquí manejadas, se calcularon los flujos anuales de la situación con proyecto o sea los costos adicionales de inversión y operación y mantenimiento que se deberían realizar en cada caso, junto al ajuste de los costos de la situación sin proyecto que debían modificarse. Estos cálculos fueron realizados por el equipo consultor en base a información relevada a esos efectos en cada caso definido.

Se incorporaron, como se comentó precedentemente, los costos de la pérdida de suelos por la construcción de presas, en base a la productividad de los mismos.

Los flujos de costos de inversiones y operación y mantenimiento de la situación con proyecto se calcularon también basándose en los escenarios de población y demanda calculados previamente.

Luego, se calcularon los beneficios económicos de la situación con proyecto, que parten del número de hogares del área metropolitana y su evolución prevista según los escenarios aquí construidos, se les asigna el ingreso medio según el INE y con ello se calcula la DaP y los beneficios del proyecto para mantener la calidad del recurso para todo el período de proyección. A ellos se agregan los cálculos de las restricciones al consumo de agua potable que se evitarían con el proyecto, provenientes del déficit de oferta que comenzaría a manifestarse en los próximos años y producto de las grandes sequías que se prevén para Uruguay. Estos beneficios son los mismos para cada una de las alternativas planteadas en este trabajo. En forma similar a los costos, se calculan los flujos de beneficios a precios de eficiencia y constantes del año 2012.

### **Indicadores de Rentabilidad**

Luego, con los flujos de fondos de costos y beneficios obtenidos de la manera descrita, se calcularon las diferencias entre las situaciones con y sin proyecto y dichos diferenciales se compararon entre sí para determinar los beneficios netos de cada alternativa del proyecto.

Con estos flujos netos, se calcularon los indicadores de rentabilidad usuales a este tipo de análisis, o sea la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) y el Valor Actual

100

Neto Económico (VANE) para cada caso. Para el VANE, se utilizó la tasa de descuento del 5% anual efectiva en valores constantes, que representa a la tasa social de descuento según los estudios del Instituto de Economía para la OPP. A ellos se agrega el valor actual neto del costo de las inversiones para cada alternativa, también utilizando el 5% de tasa de descuento en términos reales.

#### **V.4. Beneficios del proyecto**

En relación a los beneficios económicos considerados en este proyecto, según se extrae del capítulo sobre antecedentes y la descripción de la metodología utilizada, se ha considerado en primer lugar una estimación de la Disposición a Pagar (DaP) de los hogares por el mantenimiento de la calidad del agua para beber, proveniente de los antecedentes relevados en el estudio realizado para Bogotá, Colombia, en el año 2008. En teoría, esta DaP incluye las externalidades de reducir las enfermedades que provocaría la mala calidad de agua.

De dicho estudio se extrajo que la población dispondría del 0,19% del ingreso mensual de los hogares para asegurar la calidad y cantidad del agua, durante un período de 10 años. En el caso de Bogotá, se efectuaba a través de donaciones, aquí podría ser simplemente un pago mensual a OSE, durante esos 10 años.

Para calcular estos beneficios, se parte del ingreso mensual de los hogares del área metropolitana, se utilizó el de Montevideo a los efectos prácticos, para el año 2012, al cual se le aplicó la Disposición a Pagar (DaP) supuesta para este caso y ello se expandió a todos los hogares del área metropolitana, o sea los beneficiados por el aseguramiento de la calidad y cantidad del agua potable.

En el cuadro siguiente pueden verse los resultados de dichos cálculos para obtener los beneficios de este proyecto.

**Tabla N° V.3. Cuadros de beneficios económicos año 2012**

| <b>BENEFICIOS ECONOMICOS - 2012</b> |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| <b>DAP de calidad del agua</b>      |                   |
| Concepto                            | Valor             |
| Ingreso mensual por hogar (US\$)    | 2.133             |
| Ingreso anual por hogar (US\$)      | 25.597            |
| Disposición a Pagar (% s/ingreso)   | 0,19%             |
| DaP anual por hogar (US\$)          | 48,6              |
| Hogares área metropolitana          | 603.623           |
| <b>Beneficios anuales (US\$)</b>    | <b>29.356.291</b> |

| <b>BENEFICIOS ECONOMICOS - Año 2012</b> |            |
|-----------------------------------------|------------|
| Concepto                                | Valor      |
| Beneficios a precios mercado (US\$)     | 29.356.291 |
| RPC mano de obra promedio               | 0,733      |
| Beneficios a precios eficiencia (US\$)  | 21.527.946 |

Fuente: Cálculos propios en base a datos INE y antecedentes regionales

Luego, estos beneficios se proyectan con una variación anual igual a la tasa de crecimiento del producto definido para el área metropolitana en este caso en el Capítulo 1. Los pagos se efectuarían por un período de 10 años solamente, según se extrae del estudio sobre Colombia. Los valores son considerados a precios constantes del año 2012 y ajustados a precios de eficiencia con las RPC referentes a la mano de obra, comentadas en el capítulo metodológico.

A ello se deben agregar que este proyecto genera una mayor oferta de agua potable que permite enfrentar los déficits de abastecimiento al consumo que se estimaron en el actual trabajo.

En los cuadros siguientes se presentan los cálculos del déficit de agua potable en los próximos años, considerando el bombeo aguas abajo, que hoy permite abastecer el sistema.

Para el cálculo del costo monetario del mismo, se utilizan los datos contables del área metropolitana para el aporte de ingresos menos costos operativos por metro cúbico d agua potable ofrecida.



Tabla N° V.4. Costos utilidad operativa del año 2012

| Costo de oferta de agua potable adicional  |               |
|--------------------------------------------|---------------|
|                                            | US\$ año 2012 |
| Facturación anual 2012                     | 143.237.053   |
| Costos operativos variables 2012           | 27.207.360    |
| Utilidad operativa 2012                    | 116.029.693   |
| Agua elevada en m <sup>3</sup>             | 220.771.000   |
| Utilidad operativa por m <sup>3</sup> 2012 | 0,53          |

Fuente: Datos financieros OSE – Metropolitana

Tabla N° V.5. Déficit de agua período 2015-2045 considerando el bombeo del remanso del río Santa Lucía aguas debajo de AACC

| Déficit de reserva anual con bombeo aguas abajo |                                                      |          |                                   |                             |                       |                              |                                |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Año                                             | Recursos captados elevados a la Usina de AACC (m3/s) | Garantía | Mínimo embalse (hm <sup>3</sup> ) | Umbral de reserva (hm3) (5) | Déficit en m3/año (6) | Déficit en m3/año con bombeo | Costo del déficit en U\$S 2012 |
| 2015                                            | 7,8425                                               | 1        | 30,990                            | 41333                       | 10.343.305            | 343.305                      | 180.429                        |
| 2020                                            | 8,0922                                               | 1        | 26,870                            | 42649                       | 15.778.938            | 5.778.938                    | 3.037.212                      |
| 2030                                            | 8,6683                                               | 1        | 17,480                            | 45,685                      | 28.205.404            | 18.205.404                   | 9.568.138                      |
| 2040                                            | 9,3040                                               | 1        | 6,850                             | 49,036                      | 42.185.676            | 32.185.676                   | 16.915.691                     |
| 2045                                            | 9,6504                                               | 1        | 1,048                             | 50,862                      | 49.813.594            | 39.813.594                   | 20.924.664                     |

Fuente: Cálculos propios en base a datos OSE

Por otro lado, se ha supuesto que la frecuencia de las sequías será de 10 años, basado en estudios manejados en el país sobre impactos del cambio climático en Uruguay, realizados para CEPAL en los años 2009-2010<sup>1</sup>. A su vez, se supone que se establecerían restricciones equivalentes al consumo de dos semanas. Estas restricciones se valúan a la tarifa del consumo residencial, ya que se maneja la hipótesis de que las restricciones se centran en estos consumidores. En el cuadro siguiente se presentan los cálculos respectivos.

<sup>1</sup> CEPAL, 2010. La economía del cambio climático en el Uruguay. Síntesis. Santiago de Chile.



| Reducción de consumo por sequía               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| Concepto                                      | Valor     |
| Hogares en Area Metropolitana                 | 603.623   |
| Costo agua residencial en US\$/m <sup>3</sup> | 1,12      |
| Consumo residencial m <sup>3</sup> /mes/hogar | 10,76     |
| Reducción consumo c/10 años en días           | 14        |
| Reducción consumo en US\$/hogar               | 5,6       |
| Costo reducción consumo en US\$ c/ 10 años    | 3.380.289 |

Fuente: Cálculos propios en base a datos de OSE y CEPAL.

Luego, los valores de los beneficios así obtenidos se transforman a precios de eficiencia según lo establecido en el capítulo metodológico.

## V.5. Inversiones y costos operacionales

La descripción de las inversiones y costos operacionales de cada una de las alternativas del proyecto se ha realizado en otras partes de este informe, por lo que aquí sólo se incluyen los cuadros resúmenes de las inversiones y costos operacionales utilizados en los cálculos de este trabajo.

**Tabla N° V.6. Comparación de Inversiones y VAN por alternativa**

| Inversiones del Proyecto por Alternativa en US\$ miles del año 2012                 |                                                   |         |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| Alternativa                                                                         | Concepto                                          | Totales | Valor Actual Neto <sup>1</sup> |
| <b>1.1.</b><br><b>1.2</b><br><b>2.1.</b><br><b>2.2.</b><br><b>2.3.</b><br><b>3.</b> | Línea de Base                                     | 150.600 | 95.243                         |
|                                                                                     |                                                   |         |                                |
|                                                                                     | Regulación Cuenca Alta Santa Lucía                | 208.434 | 113.232                        |
|                                                                                     | Regulación Cuenca Alta Santa Lucía con conducción | 379.492 | 252.134                        |
|                                                                                     | Transferencia del Río de la Plata                 | 590.207 | 406.761                        |
|                                                                                     | Transferencia del Río de la Plata y Planta        | 655.977 | 504.551                        |
|                                                                                     | Planta Osmosis del Río de la Plata                | 521.083 | 400.406                        |
|                                                                                     | Transferencia del Río San José                    | 472.423 | 316.838                        |

Nota: Incluye reposición de equipos e instalaciones. Tasa real de descuento de 5% anual real.

Fuente: Cálculos propios en base a datos de OSE y otros

Luego, estas inversiones que están expresadas a precios de mercado son transformadas a precios de eficiencia, donde se consideran sin IVA y se les ajusta utilizando la correspondiente Relación de Precios de Cuenta, según se especificó en el capítulo metodológico, para llegar a la inversión expresada a precios de eficiencia.

Debe tenerse en cuenta que la evaluación se efectúa considerando la desagregación por año de estas inversiones y costos a lo largo del período de evaluación, por lo que se incluyen también reposiciones de equipos e instalaciones cuando correspondiera.

Con respecto a los costos operacionales, en primer lugar se han incluido las pérdidas de la economía por la inundación del área definida para cada una de las presas incluidas en estas alternativas, o sea el valor agregado perdido de la actividad agropecuaria que deja de hacerse. Para esta estimación se han tomado en cuenta las superficies previstas de las presas, los precios de los arrendamientos relevados por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y estimaciones del resto de los valores agregados por la actividad agropecuaria en estas zonas. Se mantienen fijos a lo largo del período de proyección. En el cuadro siguiente se presentan estos cálculos.

| <b>Pérdidas anuales por área inundada en Presas Casupá y El Soldado</b> |                   |                      |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| <b>Presas</b>                                                           | <b>Area en há</b> | <b>Costo en US\$</b> |
| Casupá                                                                  | 3.600             | 1.306.800            |
| Soldado                                                                 | 800               | 290.400              |
| Rincón de Carballo                                                      | 2.400             | 871.200              |

Fuente: Cálculos propios en base a datos del MGAP

Por otra parte, se ha incluido en el cuadro siguiente el resumen de los costos de operación y mantenimiento adicionales de las distintas alternativas del proyecto, a los cuales deben agregarse las pérdidas por la inundación de las presas donde correspondiere. También en estos casos se aplican las relaciones de precios de cuenta para ajustar estos valores a precios de eficiencia.

**Tabla N° V.7. Comparación de costos de operación y mantenimiento por alternativa**

| <b>Costos anuales de Operación y Mantenimiento en miles de U\$S 2012</b> |                                                          |                |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Alternativa</b>                                                       | <b>Concepto</b>                                          | <b>Totales</b> |
|                                                                          | <b>Línea de Base</b>                                     | 42.527         |
|                                                                          |                                                          |                |
| <b>1.1.</b>                                                              | <b>Regulación Cuenca Alta Santa Lucía</b>                | 3.287          |
| <b>1.2.</b>                                                              | <b>Regulación Cuenca Alta Santa Lucía con conducción</b> | 3.045          |
| <b>2.1.</b>                                                              | <b>Transferencia del Río de la Plata</b>                 | 7.610          |
| <b>2.2.</b>                                                              | <b>Transferencia del Río de la Plata y Planta</b>        | 7.385          |
| <b>2.3.</b>                                                              | <b>Planta Osmosis del Río de la Plata</b>                | 15.862         |
| <b>3.</b>                                                                | <b>Transferencia del Río San José</b>                    | 3.490          |

Fuente: Cálculos propios en base a datos de OSE y otros

## V.6. Resultados

Los principales resultados del análisis costo-beneficio, utilizado para efectuar la evaluación económica de este proyecto, se expresan en los indicadores de rentabilidad usados habitualmente en este tipo de trabajo, que son el Valor Actual Neto Económico (VANE), con una tasa de descuento real del 5% anual y la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), según se expresó en el capítulo metodológico. La tasa del 5% corresponde a la estimación oficial de la tasa social de descuento en términos reales que también se explicitó en el capítulo metodológico.

Los resultados obtenidos para los indicadores mencionados para todas las alternativas manejadas se presentan en el cuadro siguiente, mientras que los flujos de inversiones, costos y beneficios a precios de eficiencia, junto a estos resultados por alternativa se adjuntan en el Anexo respectivo.

**Tabla Nº V.8. Comparación de beneficio neto por alternativa expresado en miles de US\$ del 2012**

| <b>Resultados de la Evaluación Económica del Proyecto por Alternativa</b> |                                                          |                                |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Alternativa</b>                                                        | <b>Concepto</b>                                          | <b>Tasa Interna de Retorno</b> | <b>Beneficio Neto Actualizado</b> |
| <b>1.1.</b>                                                               | <b>Regulación Cuenca Alta Santa Lucía</b>                | 29,7%                          | 132.832                           |
| <b>1.2</b>                                                                | <b>Regulación Cuenca Alta Santa Lucía con conducción</b> | 7,8%                           | 46.666                            |
| <b>2.1.</b>                                                               | <b>Transferencia del Río de la Plata</b>                 | Negativa                       | -101.574                          |
| <b>2.2.</b>                                                               | <b>Transferencia del Río de la Plata y Planta</b>        | Negativa                       | -172.162                          |
| <b>2.3.</b>                                                               | <b>Planta Osmosis del Río de la Plata</b>                | Negativa                       | -190.454                          |
| <b>3.</b>                                                                 | <b>Transferencia del Río San José</b>                    | 2,9%                           | -60.955                           |

Fuente: Cálculos propios

Por tanto, los resultados obtenidos muestran que la alternativa 1.1 es altamente rentable desde el punto de vista socioeconómico, ya que los beneficios son muy superiores a inversiones y costos, mostrando claramente la bondad de la alternativa al ubicarse la TIRE en casi 30% anual, mientras que el VANE arroja un valor de casi US\$ 133 millones a precios del año 2012, que llegan a superar al total de inversiones actualizadas.

Por otra parte, la alternativa 1.2 que presenta resultados mucho más modestos, de todas maneras tiene una TIRE de casi 8% superando a la tasa social de descuento establecida y un VANE positivo de casi US\$ 47 millones, mostrando que desde el punto de vista de la sociedad esta alternativa es económicamente viable, aunque con resultados significativamente inferiores a la anterior.

También en este sentido puede decirse que la alternativa 3 aunque no es estrictamente rentable por tener una TIRE menor a la tasa social de descuento y un VANE negativo por US\$ 61 millones, podría ser aceptable ya que su TIRE es al menos positiva y el VANE no es tan negativo como los resultados de otras alternativas.

Por último, las alternativas 2.1, 2.2 y 2.3 no son opciones rentables desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, ya que los VANes son muy negativos lo que indica que las rentabilidades económicas de estas alternativas están muy por debajo de la tasa social de descuento, o sea del costo de oportunidad de las inversiones para la sociedad uruguaya. Debe tenerse en cuenta que dicha tasa se ubica en un valor alto para las actuales tasas de interés privadas. Estos resultados provienen fundamentalmente de las elevadas inversiones previstas según se vio precedentemente.

En el Anexo 3, Flujo de Inversiones, se presentan por un lado los flujos anuales de inversiones de cada alternativa para todo el período de proyecto por rubro considerado. Por otro lado, también se adjuntan en anexo los flujos anuales y resultados de la evaluación económica a precios de eficiencia.

## CAPÍTULO VI. VALORACIÓN AMBIENTAL

### VI.1. Aspectos generales

En este apartado se realiza la identificación y valoración preliminar de las posibles afectaciones ambientales que puedan surgir de las distintas actuaciones que implica la ejecución de las alternativas planteadas para el aseguramiento del abastecimiento de agua potable al Sistema Metropolitano.

Una vez identificadas dichas afectaciones ambientales, se cuantifican teniendo en cuenta su grado de impacto y se realiza un análisis comparativo ambiental entre las alternativas.

### VI.2. Identificación de actuaciones que conforman las diferentes alternativas

Las actuaciones que conforman las alternativas estudiadas son las siguientes:

| ACTUACIÓN |                                               |
|-----------|-----------------------------------------------|
| 1         | Presa Casupá                                  |
| 2         | Presa Soldado                                 |
| 3         | Ampliación Aguas Corrientes                   |
| 4         | Recanalización Canelón Grande                 |
| 5         | Aductora Paso Severino – Aguas Corrientes     |
| 6         | Toma Bocas del Cufré                          |
| 7         | Aductora Bocas del Cufré – Aguas Corrientes   |
| 8         | Aductora Bocas del Cufré – Nueva Planta Oeste |
| 9         | Nueva Planta Oeste                            |
| 10        | Aductora Nueva Planta Oeste – Km 24.5         |
| 11        | Toma Río de la planta                         |
| 12        | Planta Desalinizadora                         |
| 13        | Aductora Desalinizadora - Melilla             |
| 14        | Presa Rincón del Carballo                     |
| 15        | Túnel Rincón de Carballo – Aguas Corrientes   |

### VI.3. Identificación de impactos de las diferentes alternativas

De acuerdo a criterios y metodología establecidos por la DINAMA, para la valoración de la afección ambiental de las actuaciones que conforman cada alternativa se han tenido en cuenta los siguientes factores susceptibles de sufrir impacto:

- Agua superficial
- Agua subterránea
- Aire
- Suelo
- Geomorfología
- Fauna
- Vegetación
- Biodiversidad
- Empleo
- Paisaje
- Patrimonio cultural
- Demanda de servicios
- Otros

El grado de impacto sobre cada una de las variables anteriores se evalúa de acuerdo a la siguiente escala de valores:

| VALOR | GRADO DE AFECTACIÓN          |
|-------|------------------------------|
| -3    | Negativo, muy significativo  |
| -2    | Negativo, significativo      |
| -1    | Negativo, poco significativo |
| 0     | Neutro                       |
| 1     | Positivo, poco significativo |
| 2     | Positivo, significativo      |
| 3     | Positivo, muy significativo  |

### VI.4. Matrices de comparación de afectación ambiental entre alternativas

En primer lugar, se realizan dos matrices de comparación para cada actuación:

- Matriz de afectaciones ocasionadas durante la construcción
- Matriz de afectaciones ocasionadas durante la operación



En cada una de las matrices se obtiene un resultado global que resulta de la suma de los valores de afectación asignados a cada uno de los factores considerados para cada intervención.

Los resultados se adjuntan en las tablas que siguen a continuación:

| Fase de construcción                 |                  |                  |      |       |               |       |            |               |        |         |                     |                      |       |       |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------|-------|---------------|-------|------------|---------------|--------|---------|---------------------|----------------------|-------|-------|
| ACTUACIÓN                            | Agua superficial | Agua subterránea | Aire | Suelo | Geomorfología | Fauna | Vegetación | Biodiversidad | Empleo | Paisaje | Patrimonio Cultural | Demanda de servicios | Otros | Total |
| 1 Presa Casupá                       | -1               | 0                | -1   | -1    | -1            | -1    | -1         | 0             | 3      | -1      | 0                   | 3                    | 0     | -1    |
| 2 Presa Soldado                      | 0                | 0                | -1   | -1    | -1            | -1    | -1         | 0             | 3      | -2      | 0                   | 3                    | 0     | -1    |
| 3 Ampliación AACC                    | 0                | 0                | -1   | -1    | 0             | 0     | 0          | 0             | 1      | 0       | 0                   | 1                    | 0     | 0     |
| 4 Recanalización Canelón Grande      | -2               | 0                | -1   | -1    | -1            | 0     | -1         | 0             | 1      | -1      | 0                   | 1                    | 0     | -5    |
| 5 Aductora Paso Severino - AACC      | -1               | 0                | -2   | -2    | -1            | -1    | -1         | 0             | 2      | -1      | 0                   | 2                    | 0     | -5    |
| 6 Toma Bocas del Cufré               | -2               | 0                | -1   | -1    | -1            | 0     | 0          | 0             | 3      | -1      | 0                   | 3                    | 0     | 0     |
| 7 Aductora Bocas del Cufré - AACC    | 0                | 0                | -2   | -2    | -1            | 0     | -1         | 0             | 2      | -1      | 0                   | 2                    | 0     | -3    |
| 8 Aductora Bocas del Cufré - PO      | 0                | 0                | -2   | -1    | -1            | 0     | -1         | 0             | 2      | -1      | 0                   | 2                    | 0     | -2    |
| 9 Planta Oeste                       | 0                | 0                | -1   | -1    | -1            | 0     | 0          | 0             | 2      | -1      | 0                   | 3                    | 0     | 1     |
| 10 Aductora PO – Km 24.5             | 0                | 0                | -2   | -1    | -1            | 0     | 0          | 0             | 2      | -1      | 0                   | 2                    | 0     | -1    |
| 11 Toma Río de la Plata              | -2               | 0                | -1   | -1    | -1            | 0     | 0          | 0             | 1      | -1      | 0                   | 1                    | 0     | -4    |
| 12 Planta Desalinizadora             | 0                | 0                | -2   | -1    | -1            | 0     | 0          | 0             | 3      | -1      | 0                   | 3                    | 0     | 1     |
| 13 Aductora Desalinizadora - Melilla | 0                | 0                | -1   | -1    | -1            | 0     | 0          | 0             | 1      | -1      | 0                   | 1                    | 0     | -2    |
| 14 Presa Rincón del Carballo         | -1               | 0                | -1   | -1    | -1            | -1    | -1         | 0             | 3      | -1      | 0                   | 3                    | 0     | -1    |
| 15 Túnel Rincón de Carballo - AACC   | 0                | -2               | -1   | -2    | 0             | 0     | 0          | 0             | 3      | 0       | 0                   | 2                    | 0     | 0     |

**Tabla Nº VI.1. Matriz afecciones en fase construcción**

| Fase de operación                    |                  |                  |      |       |               |       |            |               |        |         |                     |                      |       |       |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------|-------|---------------|-------|------------|---------------|--------|---------|---------------------|----------------------|-------|-------|
| ACTUACIÓN                            | Agua superficial | Agua subterránea | Aire | Suelo | Geomorfología | Fauna | Vegetación | Biodiversidad | Empleo | Paisaje | Patrimonio Cultural | Demanda de servicios | Otros | Total |
| 1 Presa Casupá                       | 0                | 0                | 0    | -2    | -2            | 0     | -1         | -1            | 2      | -2      | 0                   | 1                    | 0     | -5    |
| 2 Presa Soldado                      | 0                | 0                | 0    | -2    | -3            | 0     | -1         | -1            | 2      | -2      | 0                   | 1                    | 0     | -6    |
| 3 Ampliación AACC                    | 0                | 0                | 0    | 0     | 0             | 0     | 0          | 0             | 2      | 0       | 0                   | 1                    | 0     | 3     |
| 4 Recanalización Canelón Grande      | -2               | 0                | 0    | -1    | -2            | 0     | -1         | 0             | 0      | -1      | 0                   | 0                    | 0     | -7    |
| 5 Aductora Paso Severino - AACC      | 0                | 0                | 0    | 0     | 0             | 0     | 0          | 0             | 1      | 0       | 0                   | 0                    | 0     | 1     |
| 6 Toma Bocas del Cufré               | -1               | 0                | 0    | -1    | -1            | -1    | 0          | 0             | 1      | -1      | 0                   | 1                    | 0     | -3    |
| 7 Aductora Bocas del Cufré - AACC    | 0                | 0                | 0    | 0     | 0             | 0     | 0          | 0             | 0      | 0       | 0                   | 0                    | 0     | 0     |
| 8 Aductora Bocas del Cufré - PO      | 0                | 0                | 0    | 0     | 0             | 0     | 0          | 0             | 0      | 0       | 0                   | 0                    | 0     | 0     |
| 9 Planta Oeste                       | 0                | 0                | 0    | -2    | -1            | 0     | -1         | -1            | 2      | -2      | 0                   | 1                    | 0     | -4    |
| 10 Aductora PO – Km 24.5             | 0                | 0                | 0    | 0     | 0             | 0     | 0          | 0             | 0      | 0       | 0                   | 0                    | 0     | 0     |
| 11 Toma Río de la Plata              | 0                | 0                | 0    | -1    | -1            | -1    | 0          | 0             | 1      | -1      | 0                   | 1                    | 0     | -2    |
| 12 Planta Desalinizadora             | -1               | 0                | 0    | -2    | -1            | -2    | -2         | -2            | 3      | -2      | 0                   | 2                    | 0     | -7    |
| 13 Aductora Desalinizadora - Melilla | 0                | 0                | 0    | 0     | 0             | 0     | 0          | 0             | 0      | 0       | 0                   | 0                    | 0     | 0     |
| 14 Presa Rincón del Carballo         | 0                | 0                | 0    | -2    | -3            | 0     | -1         | -1            | 1      | -2      | 0                   | 1                    | 0     | -7    |
| 15 Túnel Rincón de Carballo - AACC   | 0                | -2               | 0    | 0     | 0             | 0     | 0          | 0             | 0      | 0       | 0                   | 0                    | 0     | -2    |

**Tabla N° VI.2. Matriz afecciones en fase operación**

En segundo lugar, se combinan y ponderan las diferentes actuaciones que conforman cada una de las distintas alternativas obteniendo dos valores globales finales (fase de obra y fase de operación). Para la ponderación se consideró, por ejemplo, en el caso de las presas cual era la magnitud del área afectada (presa Casupá coef. ponderación=0,4 y presa El Soldado coef. ponderación=0,15), La combinación de las distintas actuaciones y sus pesos asignados para cada alternativa, así como los resultados globales para la fase de obra y la fase de operación han sido los siguientes:

| ALTERNATIVA |                  | COMBINACIÓN DE ACTUACIONES                                                                                                                                                                               |
|-------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | Alternativa 1.1. | 0,4 x Presa Casupá + 0,15 x Presa soldado + 0,1 x Ampliación Aguas Corrientes + 0,2 x Recanalización Canelón Grande                                                                                      |
| 2           | Alternativa 1.2. | 0,4 x Presa Casupá + 0,1 x Ampliación Aguas Corrientes + 0,2 x Recanalización Canelón Grande + 0,3 x Aductora Paso Severino - AACC                                                                       |
| 3           | Alternativa 2.1. | 0,15 x Presa soldado + 0,1 x Ampliación Aguas Corrientes + 0,2 x Recanalización Canelón Grande + 0,2 x Toma Bocas del Cufré + 0,25 x Aductora Bocas del Cufré - AACC                                     |
| 4           | Alternativa 2.2. | 0,15 x Presa soldado + 0,1 x Ampliación Aguas Corrientes + 0,2 x Recanalización Canelón Grande + 0,2 x Toma Bocas del Cufré + 0,2 x Aductora Bocas del Cufré-PO + 0,25 x PO + 0,1 x Aductora PO - Km24.5 |
| 5           | Alternativa 2.3. | 0,15 x Presa soldado + 0,1 x Ampliación Aguas Corrientes + 0,2 x Recanalización Canelón Grande + 0,05 x Toma Río de la Plata + 0,3 x Planta Desalinizadora + 0,1 x Aductora Desalinizadora - Melilla     |
| 6           | Alternativa 3.   | 0,15 x Presa soldado + 0,1 x Ampliación Aguas Corrientes + 0,2 x Recanalización Canelón Grande + 0,3 x Presa Rincón del Carballo + 0,15 x Túnel Rincón de Carballo - AACC                                |

**Tabla N° VI.3. Actuaciones por alternativa**

| Fase de construcción |                  |                  |                  |       |       |               |       |            |               |        |         |                     |                      |       |       |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|---------------|-------|------------|---------------|--------|---------|---------------------|----------------------|-------|-------|
|                      | ALTERNATIVA      | Agua superficial | Agua subterránea | Aire  | Suelo | Geomorfología | Fauna | Vegetación | Biodiversidad | Empleo | Paisaje | Patrimonio Cultural | Demanda de servicios | Otros | Total |
| 1                    | Alternativa 1.1. | -0,8             | 0                | -0,85 | -0,85 | -0,75         | -0,55 | -0,75      | 0             | 1,95   | -0,9    | 0                   | 1,95                 | 0     | -1,55 |
| 2                    | Alternativa 1.2. | -1,1             | 0                | -1,3  | -1,3  | -0,9          | -0,7  | -0,9       | 0             | 2,1    | -0,9    | 0                   | 2,1                  | 0     | -2,9  |
| 3                    | Alternativa 2.1. | -0,8             | 0                | -1,15 | -1,15 | -0,8          | -0,15 | -0,6       | 0             | 1,85   | -0,95   | 0                   | 1,85                 | 0     | -1,9  |
| 4                    | Alternativa 2.2. | -0,8             | 0                | -1,5  | -1,2  | -1,1          | -0,15 | -0,55      | 0             | 2,45   | -1,25   | 0                   | 2,7                  | 0     | -1,4  |
| 5                    | Alternativa 2.3. | -0,5             | 0                | -1,2  | -0,9  | -0,8          | -0,15 | -0,35      | 0             | 1,8    | -0,95   | 0                   | 1,8                  | 0     | -1,25 |
| 6                    | Alternativa 3.   | -0,7             | -0,3             | -0,9  | -1,05 | -0,65         | -0,45 | -0,65      | 0             | 2,1    | -0,8    | 0                   | 1,95                 | 0     | -1,45 |

| Fase de operación |                  |                  |                  |      |       |               |       |            |               |        |         |                     |                      |       |       |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------|---------------|-------|------------|---------------|--------|---------|---------------------|----------------------|-------|-------|
|                   | ALTERNATIVA      | Agua superficial | Agua subterránea | Aire | Suelo | Geomorfología | Fauna | Vegetación | Biodiversidad | Empleo | Paisaje | Patrimonio Cultural | Demanda de servicios | Otros | Total |
| 1                 | Alternativa 1.1. | -0,4             | 0                | 0    | -1,3  | -1,65         | 0     | -0,75      | -0,55         | 1,3    | -1,3    | 0                   | 0,65                 | 0     | -4    |
| 2                 | Alternativa 1.2. | -0,4             | 0                | 0    | -1    | -1,2          | 0     | -0,6       | -0,4          | 1,3    | -1      | 0                   | 0,5                  | 0     | -2,8  |
| 3                 | Alternativa 2.1. | -0,6             | 0                | 0    | -0,7  | -1,05         | -0,2  | -0,35      | -0,15         | 0,7    | -0,7    | 0                   | 0,45                 | 0     | -2,6  |
| 4                 | Alternativa 2.2. | -0,6             | 0                | 0    | -1,2  | -1,3          | -0,7  | -0,6       | -0,4          | 1,2    | -1,2    | 0                   | 0,7                  | 0     | -4,1  |
| 5                 | Alternativa 2.3. | -0,8             | 0                | 0    | -1,15 | -1,2          | -0,65 | -0,95      | -0,75         | 1,45   | -1,15   | 0                   | 0,9                  | 0     | -4,30 |
| 6                 | Alternativa 3.   | -0,4             | -0,3             | 0    | -1,1  | -1,75         | 0     | -0,65      | -0,45         | 0,8    | -1,1    | 0                   | 0,55                 | 0     | -4,4  |

**Tabla N° VI.4 y 5. Ponderación de afectaciones por alternativa para fases construcción y operación**

Asignando por último distintos pesos a la fase de construcción y a la fase de operación, resulta un único valor final ponderado para cada alternativa. Dicho valor permitirá establecer una escala de comparación entre todas las alternativas.

Los pesos asignados para la fase de obra y para la fase de operación en las distintas alternativas son los siguientes:

| ALTERNATIVA      | PONDERACIÓN                  |
|------------------|------------------------------|
| Alternativa 1.1. | 0,2 x Obra + 0,8 x Operación |
| Alternativa 1.2. | 0,2 x Obra + 0,8 x Operación |
| Alternativa 2.1. | 0,2 x Obra + 0,8 x Operación |
| Alternativa 2.2. | 0,2 x Obra + 0,8 x Operación |
| Alternativa 2.3. | 0,2 x Obra + 0,8 x Operación |
| Alternativa 3.   | 0,2 x Obra + 0,8 x Operación |

Finalmente, se le asigna el puntaje de 100 puntos a la alternativa neutra desde el punto de vista ambiental, es decir, aquella alternativa ideal que no causaría ningún impacto. Según la metodología aquí empleada, el puntaje de 100 puntos le correspondería a aquella cuyo resultado final ponderado fuera 0.

Debido a que todas las alternativas planteadas en este estudio son ambientalmente aceptables (impactos limitados en su afectación geográfica, que se relativizan por sus ventajas funcionales y económicas), a la que menos puntuación obtiene, se le asigna un puntaje de 70.

A la hora de trasladar los resultados obtenidos a la matriz multicriterio final del capítulo siguiente, debido a que el peso que se le otorga a la componente ambiental es del 50%, bastará con multiplicar la puntuación final de cada alternativa por 0,5.

Los resultados finales obtenidos se incluyen en la siguiente tabla:

| ALTERNATIVA      | OBRA  | OPERACIÓN | PONDERACIÓN | PUNTUACIÓN FINAL ALTERNATIVAS |
|------------------|-------|-----------|-------------|-------------------------------|
| Alternativa 1.1. | -1,55 | -4        | -3,51       | 72,36                         |
| Alternativa 1.2. | -2,9  | -2,8      | -2,82       | 77,80                         |
| Alternativa 2.1. | -1,9  | -2,6      | -2,46       | 80,63                         |
| Alternativa 2.2. | -1,4  | -4,1      | -3,56       | 71,97                         |
| Alternativa 2.3. | -1,25 | -4,3      | -3,69       | 70,94                         |
| Alternativa 3.   | -1,45 | -4,4      | -3,81       | 70,00                         |

| ALTERNATIVA      | PUNTUACIÓN FINAL ALTERNATIVAS | PUNTUACIÓN FINAL MULTICRITERIO (aplicable capítulo siguiente) |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Alternativa 1.1. | 72,36                         | 36,18                                                         |
| Alternativa 1.2. | 77,80                         | 38,90                                                         |
| Alternativa 2.1. | 80,63                         | 40,31                                                         |
| Alternativa 2.2. | 71,97                         | 35,98                                                         |
| Alternativa 2.3. | 70,94                         | 35,47                                                         |
| Alternativa 3.   | 70,00                         | 35,00                                                         |

**Tabla N° VI.6. Puntuación final de alternativas para comparación multicriterio**

## **VI.5. Conclusiones**

En base a los resultados obtenidos, se concluye que todas las alternativas pueden considerarse desde el punto de vista ambiental como satisfactorias, con niveles de variación asociados fundamentalmente a intervenciones permanentes. Esta circunstancia explica la pequeña ventaja relativa de intervenciones basadas en captación de agua en Bocas del Cufre (Alternativa 2.1) respecto a otras que impliquen obras de regulación hidráulica en cuerpos de agua interiores.

En efecto, el principal impacto ambiental está asociado a la creación de embalses (ej. Casupá, Soldado, Rincón de Carballo), con diferente impacto según su tamaño. No obstante este impacto, limitado en su afectación geográfica, se relativiza en función de otras ventajas funcionales y económicas consideradas también en este Estudio.



## **CAPÍTULO VII. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS APROPIADA**

### **VII.1. Descripción del método de comparación**

La metodología seleccionada, a efectos de proceder a valorar funcional y ambientalmente las alternativas, consideró la utilización de criterios de exclusión y criterios de aptitud funcional y ambiental.

Los criterios de exclusión son aquellos que introducen restricciones en el proceso de toma de decisión. Es decir que una vez aplicados, pueden determinar la no viabilidad de la alternativa analizada desde el punto de vista funcional y/o ambiental.

Los criterios de aptitud son los que permiten ponderar las alternativas a efectos de encontrar la mejor solución. Estos criterios se definen en función de los principales impactos ambientales potenciales de las alternativas planteadas y del medio ambiente incidido, y permiten realizar una valoración ambiental de las alternativas viables. De la misma manera se analizan las implicancias funcionales y operativas asociadas a cada alternativa.

### **VII.2. Criterios de exclusión ambiental y funcional**

Luego de analizadas las alternativas, los factores operativos en cuanto a seguridad y calidad del servicio, y las características del medio ambiente asociado, fueron seleccionados como criterios de exclusión ambiental y de calidad/seguridad del servicio los siguientes:

- Generación de un daño ambiental significativo e irreversible en áreas de especial valor ambiental.
- Garantía de suficiencia cuantitativa de disponibilidad del recurso.
- Garantía de capacidad de manejo de eventos extraordinarios de calidad.

Para el caso de daño ambiental, se procura verificar que ninguna de las intervenciones identificadas en cada alternativa, genere un daño ambiental de extensión geográfica y temporal significativa e irreversible.

Para el caso de garantías y seguridades operativas, el criterio procura verificar la disponibilidad del recurso y aptitud de instalaciones para manejo de circunstancias razonablemente previsibles de oferta de agua en cantidad y calidad esperables.

Los criterios anteriores se valoran para condiciones normales de previsión, con un criterio de exclusión, bastando el no cumplimiento de algunas de las condiciones para calificar como no aceptable la alternativa.

Estos criterios fueron ya considerados a la hora de seleccionar las alternativas ya sea a partir de su concepción original, como por el agregado de acciones y/o intervenciones que contribuyeran a salvar los requisitos de exclusión antes indicados.

En definitiva, todas las alternativas cumplen con los criterios de exclusión indicados, y la inclusión de esta consideración procura resaltar la condición de cumplimiento antes expuesta, como valoración funcional y ambiental positiva de todas las opciones analizadas.

### **VII. 3. Criterios de aptitud funcional y ambiental**

Una vez procesadas las alternativas aplicando los criterios de exclusión se tienen identificadas las alternativas viables, por lo que se está en condiciones de aplicar los criterios de aptitud a fin de ordenar en orden de preferencia ambiental las mismas.

Dentro de los criterios de aptitud funcional y ambiental fueron seleccionados:

#### **Factores funcionales.**

- Garantía de suficiencia de oferta cuantitativa del recurso.
- Factor de riesgo de calidad del recurso de agua a tratar.
- Adaptabilidad de la solución a las condiciones actuales y futuras del servicio.
- Vulnerabilidad, operatividad y sostenibilidad de la solución.
- Plazos demandados para implementación de la solución.

Para cada factor se define un rango de puntuación (positiva o negativa según corresponda por ejemplo entre +5 y -5, la ventaja del signo es la facilidad de comprensión de positivo y negativo).

Se explicitan a continuación criterios de valoración aplicados a cada uno de los factores propuestos:

#### **Garantía de suficiencia de oferta cuantitativa**

- +5: La solución garantiza siempre la oferta de agua sin ninguna restricción (climática ni asociada a uso de instalaciones físicas).
- +3: La solución garantiza la oferta de agua pero median operaciones de instalaciones físicas (embalses, tuberías, etc.).
- <3: no operan porque se trata de un factor excluyente.

Factor de riesgo cualitativo considera la variabilidad en la calidad del agua bruta.

119

Adaptabilidad de la solución aplica al concepto de flexibilidad para su incorporación al sistema actual según niveles de complejidad: +5 muy simple incorporación y menores valores según creciente complejidad.

Vulnerabilidad y sostenibilidad. Se utilizan consideraciones semejantes a las de adaptabilidad. Ejemplo: soluciones basadas en intervenciones con muchos elementos mecánicos (bombeos, tuberías, etc.) son más vulnerables que soluciones basadas en gravedad y trazado por cursos naturales.

Plazos. Obras complejas implican plazos mayores y con mayores riesgos de demora: se propone +5 a intervenciones de ejecución rápida y previsible con antelación en el tiempo, y valores menores para intervenciones complejas y de duración mayor.

Ejemplo: una planta de Ósmosis Inversa y/o grandes aductoras con bombeos, con todos los componentes, serían una obra compleja con un puntaje positivo mínimo +1 y las obras de presas serían un +3 si van con canal natural y + 2 si van con tuberías forzadas.

La valoración del criterio correspondiente a la vulnerabilidad funcional de la operación presenta una relación inversa con el grado de complejidad de la operación del sistema, es decir, grado alto corresponde valoración mínima, grado medio valoración media y grado bajo valoración alta.

### **Factores ambientales.**

Han sido estudiados en el capítulo anterior y las puntuaciones se resumen en la Tabla VI. 6.

## **VII. 4. Proceso de valoración funcional-ambiental**

Aplicando los criterios propuestos en los apartados anteriores se pasa a justificar las puntuaciones otorgadas a cada una de las alternativas.

### **Alternativa 1.1.**

Nivel de garantía. La regulación de Casupá y El Soldado, complementando a Paso Severino y con la aportación de base de los recursos de la presa de Canelón Grande implican que al año horizonte la garantía sea del 100%, tomando como referencia la serie histórica 1983-2012.. Puntuación +5.

Factor de riesgo cualitativo. El sistema descrito permite disponer de caudales básicos o ecológicos en condiciones de garantía del 100%, con aportaciones permanentes de 0,5 m<sup>3</sup>/s desde Casupá y 0,25 m<sup>3</sup>/s desde la presa El Soldado, lo cual supone una aportación de caudales fluyentes que permiten grandes porcentajes de oxígeno disuelto y asegurar la vida de especies piscícolas de alto valor ecológico. Además, de las corridas simuladas, surge que cuando el río Santa Lucía en AACC lleve menos de 15 m<sup>3</sup>/s, o en Fray Marcos menos 3 m<sup>3</sup>/s, Casupá aportaría un total de 3 m<sup>3</sup>/s y El Soldado 1 m<sup>3</sup>/s, lo que hace un total de 4 m<sup>3</sup>/s, que aseguraría agua fluyente suficiente para inhibir las condiciones para el afloramiento de cianobacterias, por impedir aguas estancadas por caudales naturales bajos. Puntuación +4,5.

Adaptabilidad: Esta alternativa permite una planificación escalonada y unas inversiones igualmente moduladas. Puntuación +5.

Vulnerabilidad: Se aprecia un sistema muy fiable a los efectos de que son grandes instalaciones con muy pocos mecanismos. Puntuación +4,5.

Plazos. La construcción de las inversiones señaladas requiere más de cinco años. Puntuación +3.

### **Alternativa 1.2.**

Nivel de garantía. Esta alternativa es equivalente a la anterior, solamente que se prescinde de la presa de El Soldado. El nivel de garantía es del 96%, igualmente válido. Puntuación +4,5.

Factor de riesgo cualitativo. Las condiciones de los caudales ecológicos es más baja que en la alternativa anterior, pero se compensan por la absoluta seguridad que brinda el entubamiento entre Paso Severino y AACC. Puntuación +4,5.

Adaptabilidad: Valen los criterios de la alternativa 1.1. Puntuación +5.

Vulnerabilidad: Valen los criterios de la alternativa 1.1. Puntuación +4,5.

Plazos: Valen los criterios de la alternativa 1.1. Puntuación +3.

## **Alternativa 2.1**

Nivel de garantía. Si bien la fuente es ilimitada cuantitativamente, la garantía está condicionada a la dimensión de la planta de 4 m<sup>3</sup>/s, por lo que la demanda estaría atendida aproximadamente de un poco menos del 50%. El resto de las reservas se forman por la presa de El Soldado y la presa de Canelón Grande, que estaría limitado su servicio por caudales bajos para que sus reservas no descendieran de los 15 hm<sup>3</sup>. Puntuación +4.

Factor de riesgo cualitativo: El entubamiento de la línea de Bocas del Cufré a AACC implica calidad del agua bruta con muy baja posibilidad de contaminación. Del lado de la segunda fuente, es la presa de El Soldado quien aporta, considerando que las condiciones de caudales bajos son menores, por ser la mitad de los caudales bombeados de AACC al existir la aportación de Bocas del Cufré cuando el río Santa Lucía lleva menos de 15 m<sup>3</sup>/s, o en Fray Marcos menos de 3 m<sup>3</sup>/s; al igual que en las alternativas 1.1 y 1.2. Puntuación +4,5.

Adaptabilidad. Esta alternativa no tiene un margen de adaptabilidad tan versátil como las alternativas 1.1 y 1.2. Puntuación +2.

Vulnerabilidad. La extensión y diversidad de elementos electromecánicos, bombeos, tanques intermedios, etc. confieren a esta alternativa mayor vulnerabilidad que las anteriores. Puntuación +2.

Plazos. Estas obras de colocación de tuberías de gran diámetro, con sus consiguientes dificultades de paso implican plazos dilatados. Puntuación +2.

## **Alternativa 2.2.**

Nivel de garantía. Mismos comentarios que alternativa 2.1, con el plus de que se cuenta con una nueva planta complementaria. Puntuación +4

Factor de riesgo cualitativo. Mismos comentarios que alternativa 2.1. Puntuación +4,5.

Adaptabilidad. Mismos comentarios que alternativa 2.1. Puntuación +2.

Vulnerabilidad. El hecho de existir una planta nueva confiere a esta alternativa una mayor vulnerabilidad, en el sentido que aumenta la diversidad de elementos electromecánicos, bombeos, etc. Puntuación +1,5.

Plazos. Mismos comentarios que alternativa 2.1. Puntuación +2.

### **Alternativa 2.3.**

Nivel de garantía. Mismos comentarios alternativa 2.1. Puntuación +4.

Factor de riesgo cualitativo. Mismos comentarios que alternativa 2.1. Puntuación +4,5.

Adaptabilidad. La planta de ósmosis inversa limita cualquier posibilidad de adaptación. Puntuación +1.

Vulnerabilidad. Mismos comentarios que alternativa 2.2. pero con mayor penalización por las características tecnológicas de una planta de ósmosis. Puntuación +1.

Plazos. Mismos comentarios que alternativa 2.2. Puntuación +2.

### **Alternativa 3.**

Nivel de garantía. La imposibilidad de construir una presa de más volumen embalsado implica menores niveles de garantía. Puntuación +3.

Factor de riesgo cualitativo. El túnel de captación y transvase de las aguas reguladas por el río San José confieren a esta alternativa de una buena confiabilidad. La presa de El Soldado aporta caudales ecológicos en la medida de las necesidades cumpliendo la misma misión que en las alternativas 2.1, 2.2 y 2.3. Puntuación +4,5.

Adaptabilidad. Esta alternativa tiene buen nivel de adaptabilidad. Puntuación +4.

Vulnerabilidad. El túnel de transferencia y la dimensión de la presa confiere al sistema de escasa vulnerabilidad. Puntuación +5.

Plazos. Los plazos se estiman similares a los de las alternativas 1.1 y 1.2. Puntuación +3.

La evaluación ambiental se ha realizado en el capítulo anterior, por lo que se pasa directamente a los resultados que se resumen en la tabla N° VII.1.

**Tabla N° VII.1. Evaluación funcional y ambiental**

|                                                                  |                              | Valoración | Alt. 1.1     | Alt. 1.2     | Alt. 2.1     | Alt. 2.2     | Alt. 2.3     | Alt. 3       |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Criterios Funcionales (50)</b>                                | Nivel de garantía            | -5 a +5    | 5            | 4,5          | 4            | 4            | 4            |              |
|                                                                  | Factor de riesgo cualitativo | -5 a +5    | 4,5          | 4,5          | 4,5          | 4,5          | 4,5          | 4,5          |
|                                                                  | Adaptabilidad                | -5 a +5    | 5            | 5            | 2            | 2            | 1            | 4            |
|                                                                  | Vulnerabilidad               | -5 a +5    | 4,5          | 4,5          | 2            | 1,5          | 1            | 5            |
|                                                                  | Plazos                       | -5 a +5    | 3            | 3            | 2            | 2            | 2            | 3            |
|                                                                  | Total parcial                |            | 22,00        | 21,50        | 14,50        | 14,00        | 12,50        | 19,50        |
|                                                                  | <b>Total escalado</b>        |            | <b>47,00</b> | <b>46,50</b> | <b>39,50</b> | <b>39,00</b> | <b>37,50</b> | <b>44,50</b> |
| <b>Criterios ambientales justificados capítulo anterior (50)</b> | <b>Total escalado</b>        |            | <b>36,18</b> | <b>38,9</b>  | <b>40,31</b> | <b>35,98</b> | <b>35,47</b> | <b>35,00</b> |
| <b>Total homogeneizado</b>                                       |                              |            | <b>83,18</b> | <b>85,40</b> | <b>79,81</b> | <b>74,98</b> | <b>72,97</b> | <b>79,50</b> |



## VII.5 Valoración económica. VAN de flujo de inversiones y costos operativos diferenciales.

A los efectos de la comparación de las alternativas por criterios económicos, se ha considerado el indicador Valor Actual Neto de flujo de inversiones y costos operativos diferenciales de la alternativas, descontados a una tasa del 5%, según la tabla siguiente.

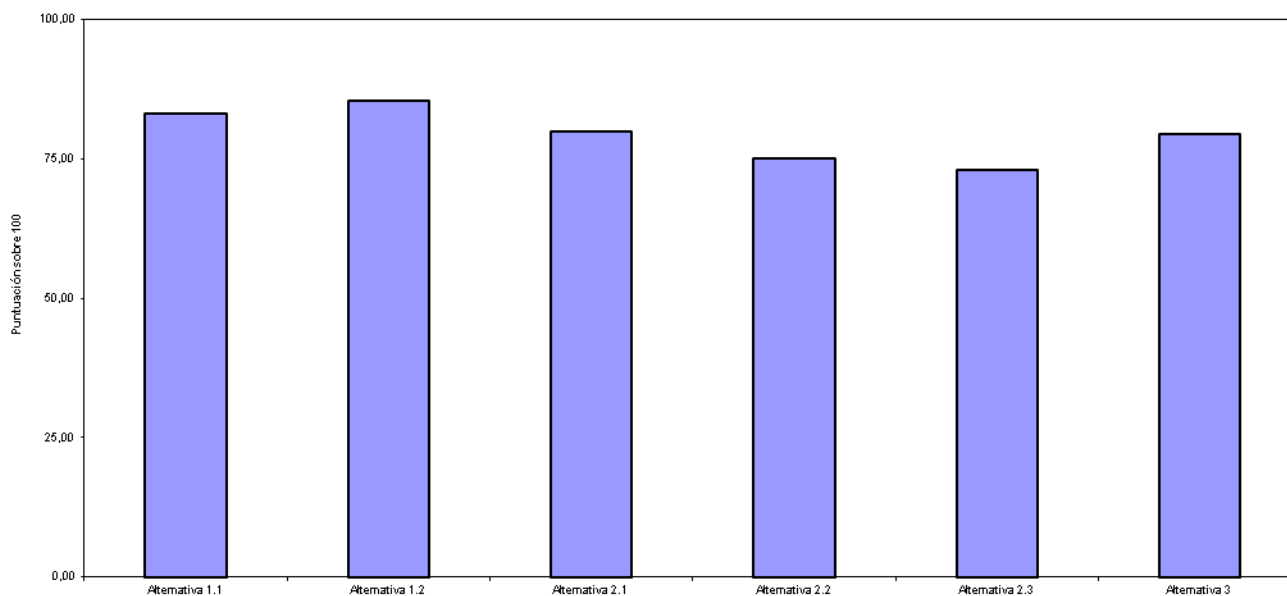
**Tabla VII.2. Resumen de VAN de inversiones y costos operativos de las alternativas**

| Inversiones y Costos del Proyecto por Alternativa |                                                   |                     |                |                            |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|----------------|----------------------------|
| Valor Actual Neto en miles de US\$ de 2012        |                                                   |                     |                |                            |
| Alternativa                                       | Concepto                                          | Inversiones totales | Costos Totales | Total Inversiones y Costos |
|                                                   | Línea de Base                                     | 95.243              | 765.231        | 860.474                    |
| 1.1.                                              | Regulación Cuenca Alta Santa Lucía                | 113.232             | 41.794         | 155.026                    |
| 1.2                                               | Regulación Cuenca Alta Santa Lucía con conducción | 252.134             | 38.884         | 291.018                    |
| 2.1.                                              | Transferencia del Río de la Plata                 | 406.761             | 93.877         | 500.638                    |
| 2.2.                                              | Transferencia del Río de la Plata y Planta        | 504.551             | 90.071         | 594.622                    |
| 2.3.                                              | Planta Osmosis del Río de la Plata                | 400.406             | 192.188        | 592.594                    |
| 3.                                                | Transferencia del Río San José                    | 316.838             | 44.245         | 361.082                    |

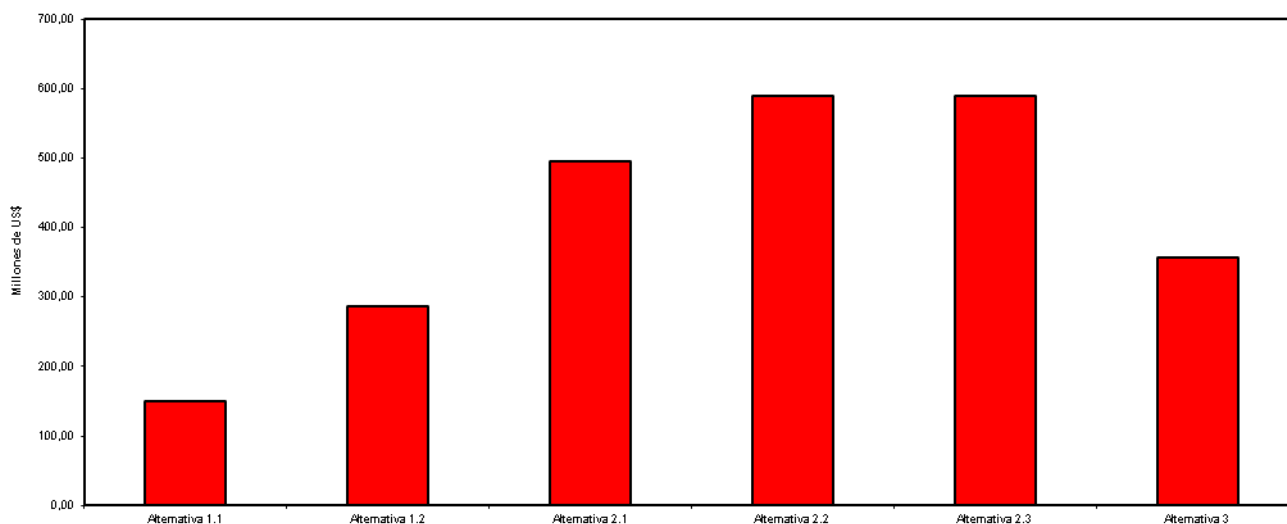
|                                                            | Alternativa 1.1 | Alternativa 1.2 | Alternativa 2.1 | Alternativa 2.2 | Alternativa 2.3 | Alternativa 3 |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Valor actualizado neto (cálculo al 5%) en millones de US\$ | 155.03          | 291.02          | 500.64          | 594.62          | 592.60          | 361.08        |

## VII.6 Resumen gráfico

Resultados análisis multicriterio: factores funcionales y ambientales



Resultados Valor actualizado neto (cálculo al 5%)



## VII.7 Resultado final

Los gráficos finales del apartado anterior resumen cuantitativamente las valoraciones ambiental/funcional y económico-financieras. En efecto, el primero de ellos representa la síntesis de la valoración funcional y ambiental de todas las alternativas, donde puede apreciarse que todas cumplen con total solvencia los requisitos demandados al Proyecto tanto desde el punto de vista de factores funcionales, como en los aspectos relacionados con el medioambiente y los impactos asociados. El segundo indicador representa el Valor Actual Neto (actualizado al 5%) de flujos de costos de inversión y operación y mantenimiento diferenciales, para cada una de las alternativas.

Se observa que entre las alternativas mejor valoradas funcional y ambientalmente, esto es las indicadas con 1.2 y 1.1, tan solo difieren en 2,22 puntos absolutos que supone un 3%, lo cual las sitúa en un plano de equivalencia para este factor. Sin embargo entre estas dos mismas alternativas existe una notoria diferencia en la valoración económica a favor de la alternativa 1.1, con un VAN ligeramente por encima del 50% del valor asociado a la alternativa 1.2. Las restantes alternativas se ubican con valores entre 2,4 y 4 veces superiores a las de la opción de VAN mínimo.

Por lo antes expuesto, **este equipo técnico considera que la alternativa 1.1 es la más conveniente por su gran ventaja económica sobre las restantes opciones, siendo además prácticamente equivalente a la mejor puntuada funcional y ambientalmente.**

**Es por ello que se propone a la alternativa 1.1. como la solución más apropiada y conveniente para el aseguramiento del suministro de agua potable al Sistema Metropolitano.**

**Merece destaque además la conclusión resultante del Capítulo V, que agrega a las ventajas anteriores, la mayor valoración de rentabilidad social de esta misma alternativa, con una valoración de TIR Económica positiva (29,7%) y como se analiza en el capítulo siguiente es financiable con los ingresos asociados al crecimiento proyectado del sistema.**

## CAPITULO VIII. SÍNTESIS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

### VIII.1 Desarrollo conceptual de la alternativa seleccionada

#### **Función reguladora y preventiva**

La alternativa seleccionada es la 1.1. Es de todas las estudiadas, la que presenta los mejores índices de regulación, sin que haya que recurrir a la importación de agua de otras cuencas. La solución propuesta se encuentra en total sintonía con el diagnóstico efectuado en el Informe de Avance, donde se afirma que no existe déficit de agua, pero sí una carencia de regulación que permita almacenar aguas excedentarias para ser usadas en épocas de estiaje y que de otra forma se perderían inexorablemente en el Río de la Plata.

El río Santa Lucía Chico está regulado parcialmente en el embalse de Paso Severino con sus 70 hm<sup>3</sup> y una cuenca de 2.200 km<sup>2</sup>. Esta infraestructura (por la relación entre volumen/cuenca) tiene una misión pensada como reserva de agua para épocas de ausencia de lluvias, pero que normalmente se encuentra aliviando gran parte del año. El río Santa Lucía Grande carece en la actualidad de regulación creándose una situación asimétrica e identificándose sin posibilidad de enmienda, largos episodios donde el río especialmente en las cuencas medias, no lleva caudal o los mismos son muy pequeños. Esto crea en el río estancamientos, aguas retenidas, lo cual implica favorecer las condiciones para la proliferación de crecimientos de cianobacterias potencialmente desencadenantes de toxinas, que alteran gravemente las condiciones organolépticas del agua.

La tipología de embalse que se necesita es aquel que proceda a la regulación de la cuenca alta, almacenando aguas lo más naturales posibles y que aporten caudales moderados de base todo el año y caudales punta cuando los caudales naturales empiecen a disminuir.

La práctica de la ingeniería de los recursos hídricos se aplica en sentido opuesto. En primer lugar se identifican las ubicaciones naturales en los que las condiciones topográficas, geotécnicas y sociales posibilitan la implantación de presas de embalse, en segundo lugar, se procede a comprobar hasta donde se puede disponer de recursos regulados para los usos a satisfacer y en tercer lugar (una vez priorizados los usos) determinar el nivel de garantía con que se asegurará el sistema de abastecimiento creado.

Esta metodología ha sido aplicada para identificar la alternativa 1.1. La represa de Casupá se ubicaría sobre el arroyo de su nombre, almacenando 100 hm<sup>3</sup> e

128

interceptaría una cuenca de 685 km<sup>2</sup>. La represa de El Soldado se sitúa en el arroyo de su nombre y almacenaría 27 hm<sup>3</sup> con una cuenca alimentadora de 200 km<sup>2</sup>.

Como puede apreciarse, los índices definitorios de estos elementos son diferentes a los de Paso Severino. Estos nuevos embalses no aliviarán demasiado y tendrán asignada una misión de mantener en la cuenca alta y media caudales ecológicos a lo largo de todo el año.

La función reguladora se cumpliría para todo el período de estudio con 100% de garantía (ver modelo 1.1. en Anexo 5, Modelos hidráulicos) y supondría la disposición de caudales ecológicos de base todo el año y caudales de refuerzo o preventivos cada vez que en Fray Marcos el río descendiera por debajo de los 3 m<sup>3</sup>/s. De esta forma estas presas cumplirían la **doble función reguladora y preventiva para mitigar las floraciones algales ya que estas apariciones están asociadas a fenómenos lénticos en aguas remansadas, impedidos por los caudales aportados por los embalses según se ha expuesto.**

### **Función de abastecimiento complementario**

Las prácticas y directivas internacionales tanto europeas como norteamericanas, obligan a disponer de planes de contingencia para operar en un periodo sin lluvias que ponga en peligro el agotamiento de los recursos disponibles. Y recomiendan el establecimiento de recursos que, permaneciendo en operación, puedan sustituir o complementar temporalmente caso de disfunción del sistema principal o anterior.

La garantía que se ha determinado para el conjunto de los sistemas de agua bruta mide la probabilidad de no descender por debajo de un umbral (suele marcar el inicio de restricciones), pero no establece un vínculo con el riesgo de que se produzca una situación de desabastecimiento en cualquiera de los dos sistemas por fallos estructurales.

## **VIII. 2. Restricciones del sistema alternativa solución**

Debe resaltarse que la alternativa 1.1. seleccionada se ha dimensionado para el uso exclusivo de abastecimiento y, si es el caso, dejando abierta la posibilidad de aprovechamientos hidroeléctricos de pie de presa, por ser un uso asociado al preferente no consuntivo. **No está previsto el uso de estos embalses para riego.**

Si se dieran las condiciones para definir aprovechamientos de usos múltiples en la cuenca, estos se deberían proyectar respetando los derechos del uso para abastecimiento del Sistema Metropolitano.

### **VIII. 3. Balances diarios de la cuenca. Resultados de un modelo de operación**

Se han realizado los balances correspondientes a la situación de la cuenca tomando como base de una parte los caudales diarios de diferentes estaciones de aforo y realizando ajustes proporcionales al tamaño de las cuencas, pero sin tener en cuenta los tiempos de retardo (que como máximo serían de tres días en situación de aguas bajas de estiaje moderado), y de otra la demanda del Sistema Metropolitano al año horizonte.

Se realizan por lo tanto más de 10.700 balances para cada presa (en base a los datos históricos ingresados al modelo), determinándose las aportaciones desde los mismos al curso fluvial para ser bombeados en AACC a la Usina. Con estos balances se determina para cada día las reservas existentes en cada uno de los embalses estudiados y se comprueba cuantos días permanecen por debajo de los umbrales que se han establecido para este estudio (reserva de agua para 2 meses).

El modelo operativo se encuentra en el Anexo N° 5. Mediante el mismo se pueden simular las distintas operaciones sobre los embalses aportando caudales ecológicos de base y complementarios, ante distintos requerimientos de caudales fluyentes en el río.

En todos los casos la presa de Paso Severino asume una función complementaria y suministraría agua cuando la aportación natural y la aportación regulada (Casupá, El Soldado y Canelón) no cubriera la demanda. La diferencia sería cubierta por Paso Severino.

Un plan de operación razonable una vez construidas las presas sería el siguiente:

- Caudal de base en Presa Canelón Grande: 1 m<sup>3</sup>/s.
- Caudal de base en Casupá: 0,4 m<sup>3</sup>/s.
- Caudal complementario en Casupá 2,6 m<sup>3</sup>/s. Cuando en AACC el río no supere los 15 m<sup>3</sup>/s.
- Caudal de base en El Soldado: 0,25 m<sup>3</sup>/s.
- Caudal complementario en El Soldado: 0,75 m<sup>3</sup>/s. Cuando en AACC el río no supere los 15 m<sup>3</sup>/s.

- El embalse de Paso Severino aportará según las demandas complementarias requeridas.

Resultados para la demanda al año horizonte:

- Volumen mínimo en Paso Severino: 42,932 hm<sup>3</sup> (cumple condiciones de reserva)
- Volumen mínimo en Casupá: 41,955 hm<sup>3</sup> (cumple condiciones de reserva)
- Volumen mínimo en El Soldado: 10,560 hm<sup>3</sup>. No tiene asignada una función de reserva. No obstante, contribuye con 10,560 hm<sup>3</sup> como coeficiente de seguridad pudiéndose también aumentar el caudal base ecológico
- Volumen mínimo en Canelón Grande: 2,240 hm<sup>3</sup>. No tiene asignada una función de reserva. No se vacía para la aportación simulada de 1 m<sup>3</sup>/s.

En el cómputo de los resultados medios históricos, la demanda sería atendida con una aportación media desde Paso Severino de 0,454 m<sup>3</sup>/s y las aportaciones del río Santa Lucía en AACC de 9,212 m<sup>3</sup>/s. El total asciende a 9,666 m<sup>3</sup>/s (≈10 m<sup>3</sup>/s) que es el caudal medio anual necesario a ingresar en la Usina de AACC para atender la demanda al año horizonte. **No se contempla en este Estudio disponer de las aportaciones del bombeo del remanso del río Santa Lucía en AACC, que permanecería como una hipotética reserva.**

#### VIII.4. Descripción general de las obras previstas

##### VIII.4.1. Recanalización Arroyo Canelón Grande

Esta obra se plantea con dos objetivos principales:

1. Generar la posibilidad de desviar parcialmente el Arroyo Canelón Grande hacia aguas abajo de la toma de Aguas Corrientes. Con esto se busca poder eliminar aportes de agua de baja calidad de este curso de agua, a la toma de Aguas Corrientes.
2. Posibilidad de generar una toma de agua desde al Arroyo Canelón grande independizándolo del curso del Río Santa Lucía.



### Descripción de la obra

La obra consistiría en la construcción de:

- Una pequeña presa de hormigón con coronamiento aproximado +3,5m, para poder independizar en niveles bajos del río los cursos del Arroyo Canelón Grande y el río Santa Lucía.
- Una recanalización del curso del arroyo hasta aguas abajo de la presa de Aguas Corrientes
- Conexión a la nueva toma de Aguas Corrientes (la nueva toma está incluida en la línea de base de este informe ya que es un proyecto en curso).

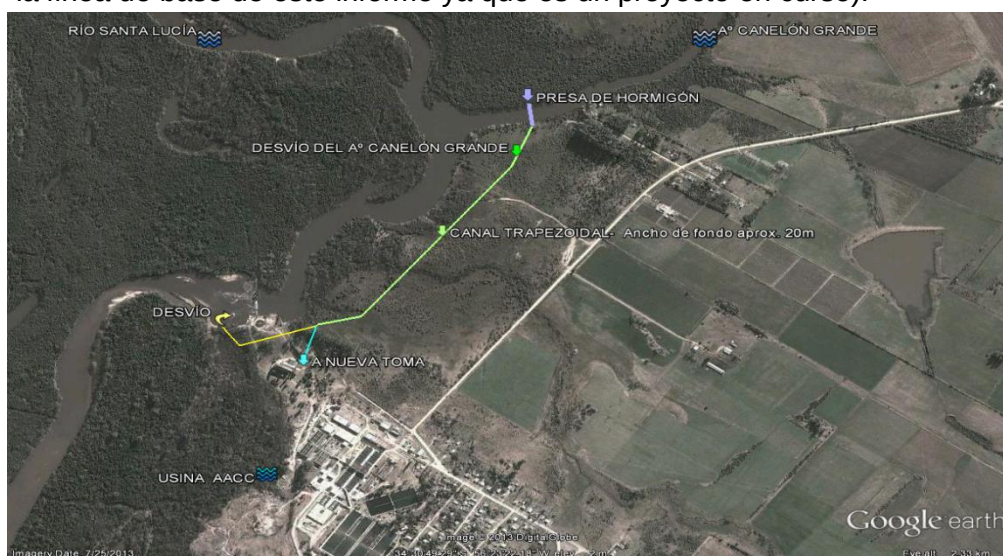


Figura VIII.1. Foto aérea tomada de Google earth mostrando la traza aproximada de la recanalización

La presa tendría compuertas para permitir el pasaje de agua. En caso que se deseen independizar los cursos, las compuertas se cerrarían, generando una sobreelevación no mayor a 50 cm en el Arroyo Canelón Grande.

Esta sobreelevación permitirá desviar el curso de agua del Arroyo a un canal que conducirá el agua hasta la zona de la toma actual de Aguas Corrientes.

En este lugar, existiría la posibilidad de permitir conducir el agua proveniente del Aº Canelón Grande hasta aguas abajo de la presa de Aguas Corrientes o utilizarla como agua bruta para la planta potabilizadora.

Para niveles superiores a +3.50m del río Santa Lucía, el sistema quedará inundado y no funcionará de manera independiente. En este caso, el agua del Aº Canelón Grande pasará sobre la presa.

Se observa que el nivel del río Santa Lucía +3.50 m se corresponde con un caudal del mismo de aproximadamente 107 m<sup>3</sup>/s.

Los componentes principales de la obra serían:

1. Presa de hormigón con cota de coronamiento +3.50m de 45 m de ancho, incluyendo terraplenes de acceso, caminería, compuertas y obra accesorias
2. Construcción de canal excavado en tierra con sección trapezoidal y ancho de fondo estimado en 20m. La longitud de este canal sería aprox. 1500 metros.
3. Obras de toma y canalización del curso de agua en la zona de la planta de tratamiento de Aguas Corrientes

#### Aspectos ambientales

Para la construcción de esta obra, entendemos que **debería solicitarse una Autorización Ambiental Previa aunque esta obra no está en el listado taxativo de la reglamentación vigente.**

De manera general, el agua proveniente del Canelón Grande se mezclará con el agua del río Santa Lucía, como sucede actualmente pero la mezcla se producirá mil metros aguas abajo.

La concentración de la mezcla resultante de los efluentes de ambos cursos será ligeramente diferente a la actual, debido a que actualmente la mezcla se realiza con el caudal del río Santa Lucía que llega a la planta y en el futuro de construirse esta obra se realizará con el caudal del río Santa Lucía luego de la toma de agua de la planta de tratamiento de Aguas Corrientes.

Se espera un impacto en operación en la nueva zona de mezcla de ambos cursos y un impacto leve aguas abajo de la misma.

#### **VIII.4.2. Presa Casupá**

Esta presa está evaluada a nivel de factibilidad en el informe “Cuenca del río de Santa Lucía” de Setiembre de 1970 y fue retomada en el PDAPM, del año 2001.

La presa seleccionada en esos informes tiene una reserva estimada de agua de 100 hm<sup>3</sup> con una altura máxima del dique de 30m y una cuenca de aporte de 685 km<sup>2</sup>.

Para esta condición, la superficie afectada por el lago es del orden de 3600 hectáreas que deberían ser expropiadas.

A continuación se muestran gráficos con la implantación de la presa, la superficie del embalse y las principales características de las mismas.

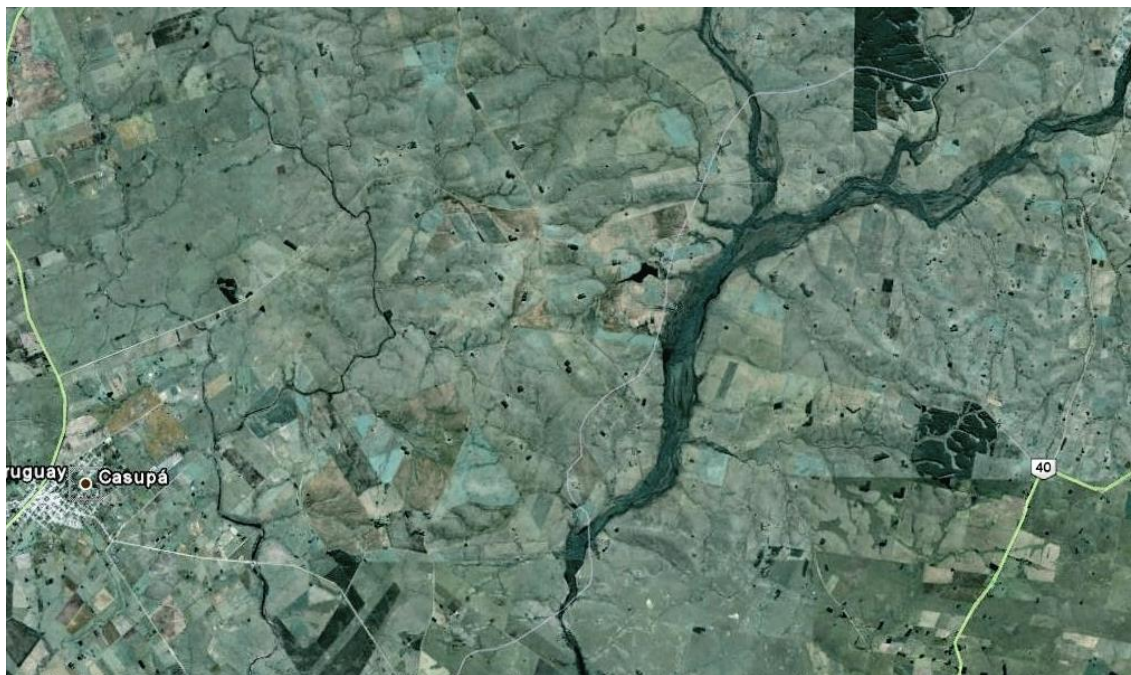


Figura VIII.2. Foto aérea tomada de Google earth mostrando la localización aproximada de la presa en A° Casupá.

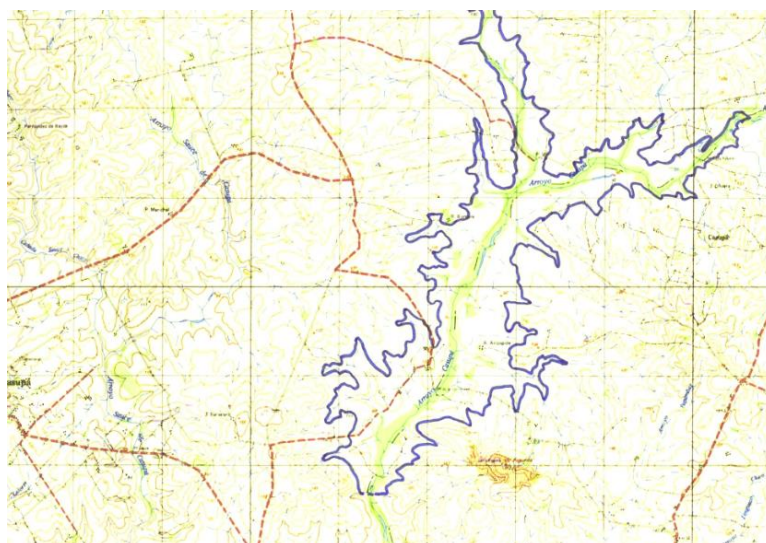




Figura VIII.3. Localización de la presa prevista en Casupá en el informe de la “Cuenca del Río de Santa Lucía”, Setiembre 1970

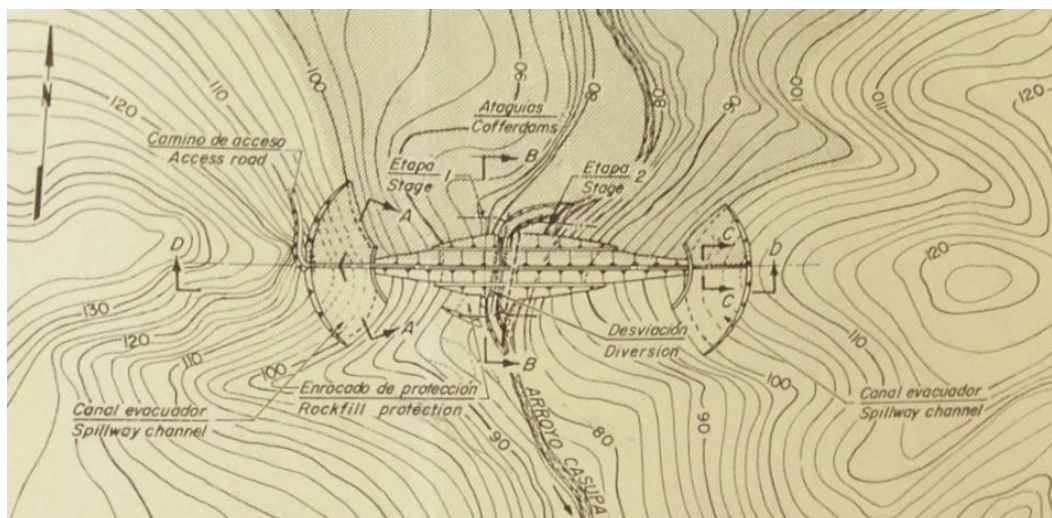


Figura VIII.4. Planta general de implantación de la presa Casupá (extraído del informe “Cuenca del Río Santa Lucía” de Setiembre de 1970).

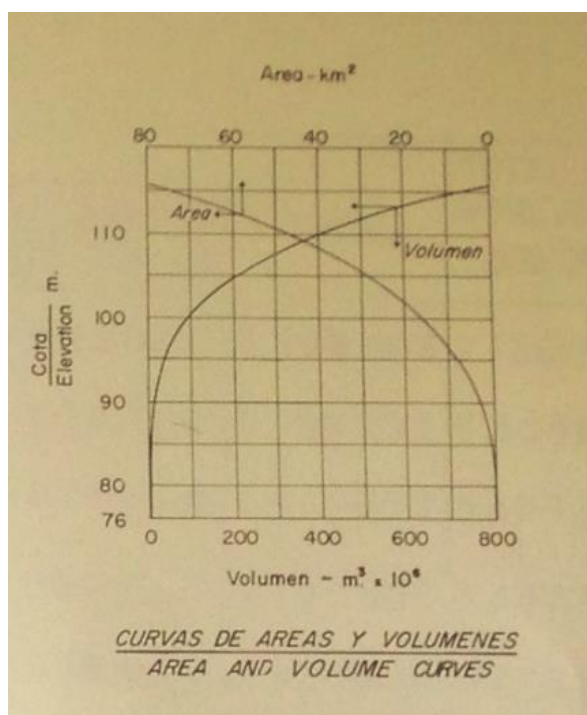


Figura VIII.5. Curvas de áreas y volúmenes de la presa Casupá (extraído del informe “Cuenca del Río Santa Lucía” de Setiembre de 1970).

### Aspectos ambientales

Para la construcción de esta obra, debe solicitarse una Autorización Ambiental Previa, que debido a la magnitud de la obra es probable que se clasifique como categoría “B” o “C”, donde puede sea necesario realizar una audiencia pública como parte del proceso de autorización ambiental.

#### **VIII.4.3. Presa Arroyo El Soldado**

Esta presa se desarrolló a nivel de factibilidad, planteándose su ubicación sobre el arroyo “El Soldado” en el departamento de Lavalleja, en la ubicación aproximada:

34° 07' 44" S: 55 ° 17' 20" W.

El cierre identificado en este informe tiene una reserva estimada de agua de 27 hm<sup>3</sup> con una altura máxima del dique de 20m y una cuenca de aporte de 175 km<sup>2</sup>. Para esta condición, la superficie afectada por el lago es del orden de 800 hectáreas que deberían ser expropiadas.

El cierre propuesto en este curso de agua tiene una cuenca de aporte alta y con una parte importante de la misma ubicada en las sierras de Minas con una explotación agropecuaria actual media y plantaciones forestales.

A continuación se muestran gráficos con la implantación de la presa y la superficie del embalse.



Figura VIII.6. Localización de la presa prevista en el arroyo El Soldado (Lavalleja)



Figura VIII.7. Vista de la zona de implantación prevista para la presa



Figura VIII.8. Sección del arroyo El Soldado bajo el camino existente

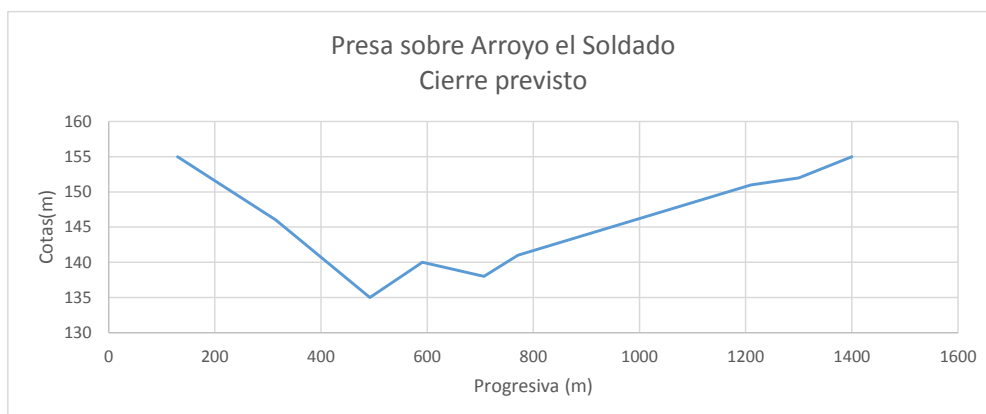


Figura VIII.9. Topografía del cierre previsto para la presa.

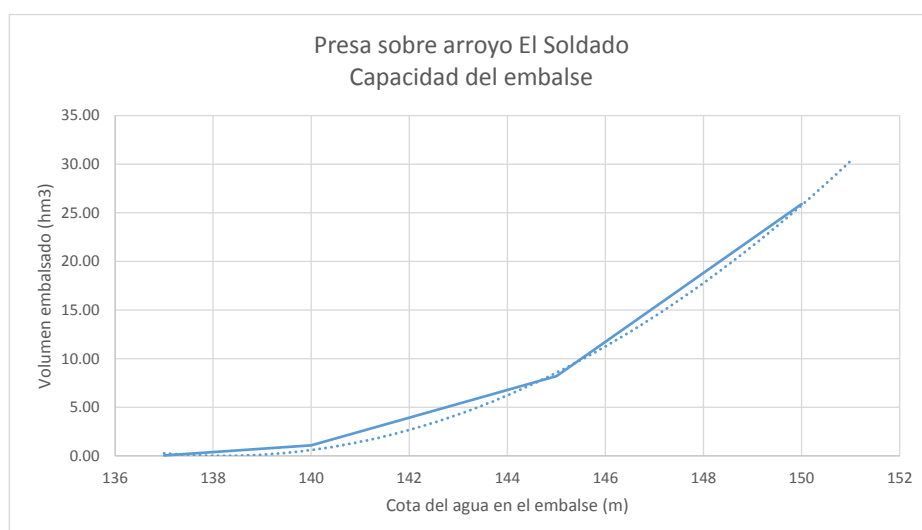


Figura VIII.10. Capacidad prevista del embalse

### Aspectos ambientales

Para la construcción de esta obra, debe solicitarse una Autorización Ambiental Previa, que debido a la magnitud de la obra es probable que se clasifique como categoría “B” o “C”, donde puede sea necesario realizar una audiencia pública como parte del proceso de autorización ambiental.



### VIII.5. Análisis económico-financiero complementario para la alternativa propuesta

Se incluye aquí un cálculo adicional a los presentados en el capítulo V, que compara los flujos de inversiones y costos diferenciales de la alternativa seleccionada, con los ingresos que podría obtener OSE frente a la solución del problema de cantidad de agua a ofrecer en el futuro, ya que se ha supuesto que esta alternativa permite evitar las restricciones de consumos de agua potable en el futuro.

Para ello, se comparan las inversiones y costos adicionales del proyecto con el beneficio bruto (ingresos menos costos operativos) que se genera en el Área Metropolitana por m<sup>3</sup> ofrecido por el déficit de agua que se prevé sin proyecto más el correspondiente a las sequías, calculado a partir de los precios y consumos domiciliarios. Estos valores ya fueron utilizados previamente en el cálculo de la evaluación económica. Aquí solamente se considera el problema de la cantidad por lo que no se toman en cuenta los beneficios por mejora de la calidad o sea la DaP asumida previamente.

| Resultados de solucionar cantidad de agua ofrecida |             |
|----------------------------------------------------|-------------|
| Concepto                                           | US\$ 2012   |
| Inversiones actualizadas en US\$ 2012              | 113.231.744 |
| Costos actualizados en US\$ 2012                   | 41.793.772  |
| Ingresos actualizados en US\$ 2012                 | 146.312.665 |
| Necesidades de fondos actualizados totales         | 8.712.851   |
| por m3                                             | 0,001       |
| Tasa Interna de retorno                            | 4,5%        |

Del cuadro anterior se desprende que las inversiones de esta alternativa pueden ser prácticamente financiadas por el mayor ingreso que generará solucionar el problema actual de oferta de agua potable, ya que sólo se necesitarán casi US\$ 9 millones adicionales a la mayor recaudación para pagar inversiones y costos del proyecto. A su vez, la escasa magnitud del esfuerzo que ello representaría lo indica que solamente US\$ 0,1 cts. por m<sup>3</sup> se necesitarían para enfrentar la diferencia entre los posibles mayores ingresos por evitar restricciones de agua y los costos e inversiones previstos en esta alternativa 1.1.

Además, es interesante observar que la Tasa Interna de Retorno es positiva y del orden del 4,5% anual en términos reales, que es sólo algo menor a la tasa de

descuento del 5% aquí utilizada pero es superior a tasas de interés de mercado para préstamos de cierta magnitud de organismos internacionales.

**Tabla VIII.1. Resumen de inversiones por quinquenio para la alternativa seleccionada**

| Inversiones en US\$ miles del año 2012 |                                    |           |           |           |
|----------------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Alternativa                            | Concepto                           | 2014-2020 | 2021-2030 | 2031-2045 |
| 1.1.                                   | Regulación Cuenca Alta Santa Lucía | 99.674    | 103.260   | 5.500     |

Los resultados obtenidos muestran que esta alternativa es altamente rentable desde el punto de vista socioeconómico, ya que los beneficios son muy superiores a las inversiones y costos, mostrando claramente la bondad de la alternativa al ubicarse la TIRE en casi 30% anual, mientras que el VANE arroja un valor de casi US\$ 133 millones a precios del año 2012, que llegan a superar al total de inversiones actualizadas.

## **VIII.6. Consideraciones generales**

### **VIII.6.1. Recrecido de Paso Severino**

En caso de que la opción del recrecido de la presa de Paso Severino sea considerado viable de ejecución (actualmente en estudio por parte de OSE), no se modifica el valor conceptual de la alternativa seleccionada. En este caso, se debería realizar un estudio de mayor detalle para revisar la capacidad de las reservas sugeridas (ajuste volumen presa Casupá y/o presa El Soldado).

### **VIII.6.2. Análisis de la situación ante crecidas**

En el marco del proyecto que OSE está ejecutando sobre el estudio de la presa de Paso Severino, se está analizando la situación de ésta respecto a la evacuación de crecidas extraordinarias. Siguiendo con esa línea de valoración de riesgos, y como parte de los Planes de Seguridad de Agua, OSE deberá estudiar la necesidad de contar con obras en la Usina de Aguas Corrientes para protección ante crecidas. Se destaca que las instalaciones más comprometidas de esta Usina están emplazadas a nivel de la cota de máxima creciente conocida (coincidente con la cota de la crecida con período de retorno  $T_r=100$  años).

## VIII.7 Conclusión final

Este Estudio fue elaborado en un plazo de 4 meses, a solicitud del Directorio de la Administración, con el objetivo de ordenar la información disponible y agregar aquella factible de analizar en ese período, a efectos de proponer las obras necesarias para asegurar el abastecimiento de agua potable al Sistema Metropolitano. En ese marco se desarrollaron los trabajos que permitieron proponer un cronograma de obras con sus flujos de inversión y su evaluación económica.

Se propone la **Alternativa 1.1 (Presas en cuenca alta del río Santa Lucía y otras acciones)** destacando las notorias ventajas de esta alternativa, debido a los factores económicos, ambientales y funcionales indicados en los apartados anteriores.

Presenta la mayor valoración de rentabilidad social, con una TIR Económica positiva (29,7%), financiable con los ingresos asociados al crecimiento proyectado del sistema.

Es especialmente destacable la disponibilidad de un activo tangible presente (Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes con sus instalaciones de aducción), que ha permanecido vigente por aproximadamente 145 años, con altos niveles de satisfacción del servicio.

Este Estudio debe considerarse como el inicio del proceso que OSE deberá transitar hasta lograr el aseguramiento del abastecimiento al horizonte año 2045, en el que se deberán incluir Planes de Seguridad del Agua (PSA), evaluaciones de riesgos, proyectos ejecutivos, etc.

El equipo de trabajo hace entrega del Informe final al Comité de Alta Dirección para la “Selección de la alternativa para el aseguramiento del abastecimiento de agua potable al Sistema Metropolitano” y suscriben el presente documento en las oficinas de AGUASUR, en Montevideo el 15 de octubre de 2013.

**POR OSE, .....POR AGUASUR, EL EQUIPO CONSULTOR,**

Ingrid Manion  
Ing. Civil H/S

Francisco Gross  
Ing. Civil H/S

Margarita Pintos  
Ing. Civil H/S

Ángel Silveiro  
Doctor Ing. Industrial

Carla Camargo  
Asistente Técnico

Juan Sanguinetti  
Msc. Ing. Civil H/S

Raúl Oyhantcabal  
Ing. Industrial

Pedro Barrenechea  
Economista

Jorge Silveiro  
Ing. Caminos, Canales y Puertos

## AGRADECIMIENTOS

El equipo consultor agradece la colaboración de las siguientes reparticiones de OSE:

- Gerencia Técnica Metropolitana, en especial a la Unidad Usinas de Montevideo
- Gerencia Laboratorio Central
- Gerencia de Obras – División Obras por Contrato y División Agrimensura
- Oficina de Planeamiento y Desarrollo
- Gerencia RANC y EE
- Gerencia de Agua Potable
- Gerencia de Saneamiento – División Apoyo Técnico Operativo
- Gerencia de Operaciones Técnicas
- Gerencia Innovación y Desarrollo

y muy especialmente el apoyo de la Asistente Técnico de la División Estudios y Proyectos de la Gerencia de Agua Potable de OSE, Sra. Dora Cancela.

Montevideo, octubre 2013

## **Anexo 1**

### **COSTOS DE OBRAS**



NOTA: Precios expresados en US\$

## Obra desvío del Aº Canelón Grande

### Costos de inversión

| Estimación de costos de construcción                        |     |           |                  |
|-------------------------------------------------------------|-----|-----------|------------------|
| Servidumbres, expropiaciones, etc.                          |     |           | 80,000           |
| Terraplenes de acometida de presa, caminería, varios        |     |           | 300,000          |
| Presa de hormigón 45m de ancho                              |     |           | 225,000          |
| Fundación de presa de hormigón                              |     |           | 180,000          |
| Obra de conducción a canal                                  |     |           | 150,000          |
| Canal trapecial excavado en tierra                          |     |           | 630,000          |
| Revestimiento lateral (40% con geotextil)                   |     |           | 245,520          |
| Cámara divisoria de flujo con compuertas                    |     |           | 250,000          |
| Reformas en zona de toma                                    |     |           | 100,000          |
| Obras por interferencia con nueva toma proyectada en AACC   |     |           | 500,000          |
| Obra de descarga del canal aguas debajo de la presa de AACC |     |           | 100,000          |
| <b>Subtotal</b>                                             |     |           | <b>2,760,520</b> |
| Obras accesorias                                            |     |           | 552,104          |
| Imprevistos                                                 |     |           | 552,104          |
| Proyecto y DO                                               |     |           | 386,473          |
| <b>Total</b>                                                |     |           | <b>4,251,201</b> |
| Leyes sociales                                              | 22% | 4,251,201 | 935264.176       |
| <b>Monto Total</b>                                          |     |           | <b>5,186,465</b> |

## Obra Presa A° Casupá

### Costos de inversión

| Rubrado - Presa Casupá          | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total      |
|---------------------------------|----|---------|-----------------|-------------------|
| <b>Presa</b>                    |    |         |                 |                   |
| Excavación en tierra            | m3 | 25,900  | 10              | 259,000           |
| Excavación en roca              | m3 | 11,700  | 50              | 585,000           |
| Enrocado o terraplén            | m2 | 204,840 | 40              | 8,193,600         |
| <b>Vertedero</b>                |    |         |                 |                   |
| Excavación en tierra            | m3 | 15,000  | 10              | 150,000           |
| Excavación en roca              | m3 | 192,560 | 50              | 9,628,000         |
| Vertedero hormigón              | m  | 210     | 4,000           | 840,000           |
| <b>Obras accesorias</b>         |    |         |                 |                   |
| Obras desvío                    | Gl | 1       | 250,000         | 250,000           |
| Inyección estabilizadora e imp. | m  | 2,170   | 130             | 282,100           |
| Ataguías y desagotes            | m  | 710     | 1,300           | 923,000           |
| Camino y servicios              | Gl | 1       | 500,000         | 500,000           |
| Oficinas, locales               | m2 | 200     | 2,000           | 400,000           |
| Obra de toma                    | Gl | 1       | 350,000         | 350,000           |
| <b>Subtotal</b>                 |    |         |                 | <b>22,360,700</b> |
| Varios e imprevistos            | %  | 20%     | 22,360,700      | 4,472,140         |
| Proyecto y dirección de obra    | %  | 12%     | 22,360,700      | 2,683,284         |
| <b>Total</b>                    |    |         |                 | <b>29,516,124</b> |
| Leyes sociales                  | Gl | 1       | 3,837,096       | 3,837,096         |
| IVA                             | %  | 0       | 29,516,124      | 6,493,547         |
| Expropiaciones                  | há | 3,600   | 4,800           | 17,280,000        |
| <b>Monto total</b>              |    |         |                 | <b>57,126,767</b> |

## Obra Presa A° Soldado

### Costos de inversión

| Rubrado - Presa Soldado          | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total      |
|----------------------------------|----|---------|-----------------|-------------------|
| <b>Presa</b>                     |    |         |                 |                   |
| Excavación en tierra a terraplén | m3 | 20,000  | 10              | 200,000           |
| Excavación en roca a terraplén   | m3 | 50,000  | 50              | 2,500,000         |
| Aporte de material para presa    | m3 | 350,000 | 25              | 8,750,000         |
| <b>Vertedero</b>                 |    |         |                 |                   |
| Excavación en tierra a terraplén | m3 | 40,000  | 10              | 400,000           |
| Excavación en roca a terraplén   | m3 | 40,000  | 50              | 2,000,000         |
| Vertedero hormigón               | m  | 150     | 4,000           | 600,000           |
| <b>Obras accesorias</b>          |    |         |                 |                   |
| Inyección estabilizadora e imp.  | Gl | 1       | 250,000         | 250,000           |
| Obras transitorias y accesorias  | Gl | 1       | 1,000,000       | 1,000,000         |
| Caminos y servicios              | Gl | 1       | 500,000         | 500,000           |
| Oficinas, locales                | m2 | 200     | 2,000           | 400,000           |
| Obra de toma                     | Gl | 1       | 350,000         | 350,000           |
| <b>Subtotal</b>                  |    |         |                 | <b>16,950,000</b> |
| Varios e imprevistos             | %  | 15%     | 16,950,000      | 2,542,500         |
| Proyecto y dirección de obra     | %  | 12%     | 16,950,000      | 2,034,000         |
| <b>Total</b>                     |    |         |                 | <b>21,526,500</b> |
| Leyes sociales                   | Gl | 1       | 2,798,445       | 2,798,445         |
| IVA                              | %  | 0       | 21,526,500      | 4,735,830         |
| Expropiaciones                   | ha | 800     | 3,500           | 2,800,000         |
| <b>Monto total</b>               |    |         |                 | <b>31,860,775</b> |

## Obra Presa Rincón de Carballo

### Costos de inversión

| Rubrado - Presa Rincón de Carballo          | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total      |
|---------------------------------------------|----|---------|-----------------|-------------------|
| <b>Presa</b>                                |    |         |                 |                   |
| Excavación en tierra                        | m3 | 10,000  | 10              | 100,000           |
| Excavación en roca                          | m3 | 13,000  | 50              | 650,000           |
| Núcleo impermeable                          | m2 | 11,250  | 40              | 450,000           |
| <b>Vertedero en hormigón (contrafuerte)</b> |    |         |                 |                   |
| Vertedero hormigón                          | m3 | 16,130  | 1,000           | 16,130,000        |
| <b>Obras accesorias</b>                     |    |         |                 |                   |
| Obras desvío                                | Gl | 1       | 600,000         | 600,000           |
| Inyección estabilizadora e imp.             | m  | 2,400   | 130             | 312,000           |
| Ataguías y desagotes                        | m  | 450     | 2,000           | 900,000           |
| Caminos y servicios                         | Gl | 1       | 500,000         | 500,000           |
| Oficinas, locales                           | m2 | 200     | 2,000           | 400,000           |
| Compuertas y otros                          | Gl | 1       | 1,000,000       | 1,000,000         |
| <b>Subtotal</b>                             |    |         |                 | <b>21,042,000</b> |
| Varios e imprevistos                        | %  | 20%     | 21,042,000      | 4,208,400         |
| Proyecto y dirección de obra                | %  | 12%     | 21,042,000      | 2,525,040         |
| <b>Total</b>                                |    |         |                 | <b>27,775,440</b> |
| Leyes sociales                              | Gl | 1       | 3,610,807       | 3,610,807         |
| IVA                                         | %  | 0       | 27,775,440      | 6,110,597         |
| Expropiaciones                              | ha | 2,400   | 8,500           | 20,400,000        |
| <b>Monto total</b>                          |    |         |                 | <b>57,896,844</b> |

## Obra Conducción Paso Severino-Aguas Corrientes

*Descripción de obra:* Conducción por dos tuberías paralelas de 2.20m de diámetro cada una (capacidad unitaria 5 m<sup>3</sup>/s)

### Costos de inversión

| Aº Canelón Grande - AACC - Estimación de costos de construcción, D = 2.2m, 2 tuberías |     |             | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|----|---------|-----------------|--------------------|
| Servidumbres, expropiaciones, etc.                                                    |     |             | m  | 34000   | 50              | 1,700,000          |
| Suministro y colocación de tuberías D = 2,2m                                          |     |             | m  | 68000   | 1,600           | 108,800,000        |
| Obras de toma                                                                         |     |             | Gl | 1       | 1,000,000       | 1,000,000          |
| Obras de conexión en AACC                                                             |     |             | Gl | 1       | 1,200,000       | 1,200,000          |
| Obras accesorias por interferencias                                                   |     |             | Gl | 1       | 4,000,000       | 4,000,000          |
| <b>Subtotal</b>                                                                       |     |             |    |         |                 | <b>116,700,000</b> |
| Otras obras accesorias                                                                |     |             | %  | 8%      | 116,700,000     | 9,336,000          |
| Imprevistos                                                                           |     |             | %  | 15%     | 116,700,000     | 17,505,000         |
| Proyecto y DO                                                                         |     |             | %  | 9%      | 116,700,000     | 10,503,000         |
| <b>Total</b>                                                                          |     |             |    |         |                 | <b>154,044,000</b> |
| IVA                                                                                   |     |             | %  | 22%     | 154,044,000     | 33,889,680         |
| Leyes sociales                                                                        | 12% | 154,044,000 | %  | 0       | 154,044,000     | 18,485,280         |
| <b>Monto total</b>                                                                    |     |             |    |         |                 | <b>206,418,960</b> |

## Obra Captación en Bocas del Cufre con pretratamiento y conducción a AACC

### Costos de inversión

| Línea de impulsión Bombeo B.C.- AACC                                | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total       |
|---------------------------------------------------------------------|----|---------|-----------------|--------------------|
| <b>Obras de captación y pretratamiento</b>                          |    |         |                 |                    |
| Obra de toma                                                        | Gl | 1       | 5,000,000       | 5,000,000          |
| Unidad de pretratamiento hasta 4 m3/s y depósito de agua pretratada | Gl | 1       | 3,000,000       | 3,000,000          |
| Unidad de desinfección hasta 4 m3/s                                 | Gl | 1       | 200,000         | 200,000            |
| <b>Bombeo 1</b>                                                     |    |         |                 |                    |
| Estación de bombeo                                                  | Gl | 1       | 13,000,000      | 13,000,000         |
| FD 1600mm sum. y colocación - Línea de impulsión Cufre - TQ 1       | m  | 27650   | 2,600           | 71,890,000         |
| Sobreprecio de excavación en roca                                   | m  | 2212    | 765             | 1,692,180          |
| Servidumbres y expropiaciones                                       | m  | 8000    | 30              | 240,000            |
| <b>Bombeo 2</b>                                                     |    |         |                 |                    |
| Estación de bombeo                                                  | Gl | 1       | 13,000,000      | 13,000,000         |
| FD 1600mm sum. y colocación - TQ 1 a TQ2                            | m  | 45250   | 2,600           | 117,650,000        |
| Sobreprecio de excavación en roca                                   | m  | 2262.5  | 765             | 1,730,813          |
| Servidumbres y expropiaciones                                       | m  | 3000    | 30              | 90,000             |
| <b>Línea TQ2 - AACC</b>                                             |    |         |                 |                    |
| Tanque de agua y anexos                                             | Gl | 1       | 1,000,000       | 1,000,000          |
| PRFV o PEAD 1500mm sum y colocación - TQ2 hacia AACC                | m  | 11100   | 2,150           | 23,865,000         |
| Sobreprecio de excavación en roca                                   | m  | 333     | 765             | 254,745            |
| Interferencias y cruces                                             | Gl | 1       | 3,000,000       | 3,000,000          |
| Servidumbres y expropiaciones                                       | m  | 4000    | 30              | 120,000            |
| <b>Subtotal</b>                                                     |    |         |                 | <b>255,732,738</b> |
| Otras obras accesorias                                              | %  | 5%      | 255,732,738     | 12,786,637         |
| Imprevistos                                                         | %  | 15%     | 255,732,738     | 38,359,911         |
| Proyecto y D.O.                                                     | %  | 11%     | 255,732,738     | 28,130,601         |
| <b>Total</b>                                                        |    |         |                 | <b>335,009,886</b> |
| IVA                                                                 | %  | 22%     | 335,009,886     | 73,702,175         |
| Leyes sociales                                                      | %  | 9%      | 335,009,886     | 30,150,890         |
| <b>Monto total</b>                                                  |    |         |                 | <b>438,862,951</b> |



### Costos operativos

| Obra toma y planta Cufre                                    |    |           | Costo anual |
|-------------------------------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico                        | 4% | 2,140,000 | 85,600      |
| Costos anuales O & M otros                                  | 1% | 6,060,000 | 60,600      |
| Gastos operativos planta Cufre (productos, energía y otros) | 1  | 500,000   | 500,000     |
| Costos personal planta Cufre                                | 1  | 192,000   | 192,000     |

| Estación de bombeo 1                 |    |           | Costo anual |
|--------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 6,500,000 | 260,000     |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 6,500,000 | 65,000      |
| Gastos personal                      | 0  | 72,000    | -           |
| Costos energéticos                   | 1  | 1,928,229 | 1,928,229   |

| Estación de bombeo 2                 |    |           | Costo anual |
|--------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 6,500,000 | 260,000     |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 6,500,000 | 65,000      |
| Gastos personal                      | 1  | 72,000    | 72,000      |
| Costos energéticos                   | 1  | 1,277,475 | 1,277,475   |

| TQ 2                                 |    |         | Costo anual |
|--------------------------------------|----|---------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 800,000 | 32,000      |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 200,000 | 2,000       |
| Gastos personal                      | 1  | 72,000  | 72,000      |
| Costos energéticos                   | 1  | 0       | -           |

### Resumen Costos Operativos anuales

| Costos operativos anuales             |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| Estación, toma y pretratamiento Cufre | 838,200          |
| Estación de bombeo 1                  | 2,253,229        |
| Estación de bombeo 2                  | 1,674,475        |
| Tanque 2                              | 106,000          |
| <b>Total</b>                          | <b>4,871,905</b> |

## Obra Captación en Bocas del Cufre con pretratamiento y conducción a nueva Planta Oeste

### Costos de inversión

| Línea de impulsión- Bombeo a Planta Oeste                           | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total       |
|---------------------------------------------------------------------|----|---------|-----------------|--------------------|
| <b>Obras de captación y pretratamiento</b>                          |    |         |                 |                    |
| Obra de toma                                                        | Gl | 1       | 5,000,000       | 5,000,000          |
| Unidad de pretratamiento hasta 4 m3/s y depósito de agua pretratada | Gl | 1       | 3,000,000       | 3,000,000          |
| Unidad de desinfección hasta 4 m3/s                                 | Gl | 1       | 200,000         | 200,000            |
| <b>Bombeo 1</b>                                                     |    |         |                 |                    |
| Estación de bombeo                                                  | Gl | 1       | 13,000,000      | 13,000,000         |
| FD 1600mm sum y colocación - Línea de impulsión Cufre - TQ 1        | m  | 27650   | 2,600           | 71,890,000         |
| Sobreprecio de excavación en roca                                   | m  | 2212    | 765             | 1,692,180          |
| Servidumbres y expropiaciones                                       | m  | 8000    | 30              | 240,000            |
| <b>Bombeo 2</b>                                                     |    |         |                 |                    |
| Estación de bombeo                                                  | Gl | 1       | 13,000,000      | 13,000,000         |
| FD 1600mm sum y colocación - TQ1 a TQ2                              | m  | 30600   | 2,600           | 79,560,000         |
| Sobreprecio de excavación en roca                                   | m  | 1530    | 765             | 1,170,450          |
| Servidumbres y expropiaciones                                       | m  | 3000    | 30              | 90,000             |
| <b>Línea TQ2 - Planta Oeste</b>                                     |    |         |                 |                    |
| Tanque de agua y anexos                                             | Gl | 1       | 1,000,000       | 1,000,000          |
| PRFV 1800mm sum y colocación - TQ 2 a Planta Oeste                  | m  | 25300   | 2,800           | 70,840,000         |
| Sobreprecio de excavación en roca                                   | m  | 759     | 765             | 580,635            |
| Interferencias y cruces                                             | Gl | 1       | 800,000         | 800,000            |
| Servidumbres y expropiaciones                                       | m  | 4000    | 30              | 120,000            |
| <b>Subtotal</b>                                                     |    |         |                 | <b>262,183,265</b> |
| Otras obras accesorias                                              | %  | 5%      | 262,183,265     | 13,109,163         |
| Imprevistos                                                         | %  | 15%     | 262,183,265     | 39,327,490         |
| Proyecto y D.O.                                                     | %  | 11%     | 262,183,265     | 28,840,159         |
| <b>Total</b>                                                        |    |         |                 | <b>343,460,077</b> |
| IVA                                                                 | %  | 22%     | 343,460,077     | 75,561,217         |
| Leyes sociales                                                      | %  | 9%      | 343,460,077     | 30,911,407         |
| <b>Monto total</b>                                                  |    |         |                 | <b>449,932,701</b> |

### Costos operativos

| Obra toma y planta Cufre                                    |    |           | Costo anual |
|-------------------------------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico                        | 4% | 2,140,000 | 85,600      |
| Costos anuales O & M otros                                  | 1% | 6,060,000 | 60,600      |
| Gastos operativos planta Cufre (productos, energía y otros) | 1  | 500,000   | 500,000     |
| Costos personal planta Cufre                                | 1  | 192,000   | 192,000     |

| Estación de bombeo 1                 |    |           | Costo anual |
|--------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 6,500,000 | 260,000     |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 6,500,000 | 65,000      |
| Gastos personal                      | 0  | 72,000    | -           |
| Costos energéticos                   | 1  | 2,014,237 | 2,014,237   |

| Estación de bombeo 2                 |    |           | Costo anual |
|--------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 6,500,000 | 260,000     |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 6,500,000 | 65,000      |
| Gastos personal                      | 1  | 72,000    | 72,000      |
| Costos energéticos                   | 1  | 1,062,455 | 1,062,455   |

| TQ 2                                 |    |         | Costo anual |
|--------------------------------------|----|---------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 800,000 | 32,000      |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 200,000 | 2,000       |
| Gastos personal                      | 1  | 72,000  | 72,000      |
| Costos energéticos                   | 1  | 0       | -           |

### Resumen Costos Operativos anuales

| Costos operativos anuales            |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Estación toma y pretratamiento Cufre | 838,200          |
| Estación de bombeo 1                 | 2,339,237        |
| Estación de bombeo 2                 | 1,459,455        |
| Tanque 2                             | 106,000          |
| <b>Total</b>                         | <b>4,742,892</b> |

## Obra nueva Planta Oeste-Km 24.5

### Costos de inversión

| Rubrado- Planta Oeste      | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total      |
|----------------------------|----|---------|-----------------|-------------------|
| Obra de toma               | Gl | 1       | 1,500,000       | 1,500,000         |
| Unidad de decantación      | Gl | 1       | 12,500,000      | 12,500,000        |
| Unidad de filtración       | Gl | 1       | 9,500,000       | 9,500,000         |
| Edificio de reactivos      | Gl | 1       | 4,250,000       | 4,250,000         |
| Tratamientos especiales    | Gl | 1       | 2,500,000       | 2,500,000         |
| Tratamiento de lodos       | Gl | 1       | 5,550,000       | 5,550,000         |
| Instrumentación de control | Gl | 1       | 663,000         | 663,000           |
| <b>Subtotal</b>            |    |         |                 | <b>34,963,000</b> |
| Otras obras accesorias     | %  | 5%      | 34,963,000      | 1,748,150         |
| Imprevistos                | %  | 15%     | 34,963,000      | 5,244,450         |
| Proyecto y D.O.            | %  | 11%     | 34,963,000      | 3,845,930         |
| <b>Total</b>               |    |         |                 | <b>45,801,530</b> |
| IVA                        | %  | 22%     | 45,801,530      | 10,076,337        |
| Leyes sociales             | %  | 9%      | 45,801,530      | 4,122,138         |
| <b>Monto total</b>         |    |         |                 | <b>60,000,004</b> |

## Obra conducción Planta Oeste-Km 24.5

### Costos de inversión

| Línea de impulsión Planta Oeste km 24 <sup>1/2</sup>           | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total       |
|----------------------------------------------------------------|----|---------|-----------------|--------------------|
| <b>Bombeo 1</b>                                                |    |         |                 |                    |
| Estación de bombeo                                             | Gl | 1       | 13,000,000      | 13,000,000         |
| FD 1600mm sum y colocación - Línea de impulsión PO - km 24 1/2 | m  | 18600   | 2,600           | 48,360,000         |
| Sobreprecio de excavación en roca                              | m  | 744     | 765             | 569,160            |
| Servidumbres y expropiaciones                                  | m  | 6000    | 100             | 600,000            |
| <i>Subtotal</i>                                                |    |         |                 | <b>62,529,160</b>  |
| Otras obras accesorias                                         | %  | 5%      | 62,529,160      | 3,126,458          |
| Imprevistos                                                    | %  | 10%     | 62,529,160      | 6,252,916          |
| Proyecto y D.O.                                                | %  | 10%     | 62,529,160      | 6,252,916          |
| <b>Total</b>                                                   |    |         |                 | <b>78,161,450</b>  |
| IVA                                                            | %  | 22%     | 78,161,450      | 17,195,519         |
| Leyes sociales                                                 | %  | 9%      | 78,161,450      | 7,034,531          |
| <b>Monto total</b>                                             |    |         |                 | <b>102,391,500</b> |

### Costos operativos

| Estación de bombeo 1                 |    |           | Costo anual |
|--------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 6,500,000 | 260,000     |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 6,500,000 | 65,000      |
| Gastos personal                      | 0  | 72,000    | -           |
| Costos energéticos                   | 1  | 3,237,958 | 3,237,958   |

## Obra nueva Planta de Ósmosis en Santiago Vázquez

### Costos de inversión

| Rubrado- Bombeo a planta de Ósmosis                                 | Unidades | Metraje | Precio Unitario | Precio Total       |
|---------------------------------------------------------------------|----------|---------|-----------------|--------------------|
| <b>Toma de agua</b>                                                 |          |         |                 |                    |
| Obra de toma                                                        | Gl       | 1       | 5,000,000       | 5,000,000          |
| Unidad de pretratamiento hasta 4 m3/s y depósito de agua pretratada | Gl       | 1       | 3,000,000       | 3,000,000          |
| Unidad de desinfección hasta 4 m3/s                                 | Gl       | 1       | 200,000         | 200,000            |
| <b>Bombeo a planta</b>                                              |          |         |                 |                    |
| Estación de bombeo                                                  | Gl       | 1       | 13,000,000      | 13,000,000         |
| Impulsión                                                           | m        | 500     | 3,000           | 1,500,000          |
| Sobrepeso de excavación en roca                                     | m        | 40      | 765             | 30,600             |
| Servidumbres y expropiaciones (generales)                           | Há.      | 10      | 150,000         | 1,500,000          |
| <b>Planta convencional y de mineralización</b>                      |          |         |                 |                    |
| Modulo tratamiento de 2 m3/seg                                      | Gl       | 2       | 28,500,000      | 57,000,000         |
| <b>Planta de ósmosis (2x2m3/seg)</b>                                |          |         |                 |                    |
| Obra civil (semisubterránea)                                        | Gl       | 1       | 55,180,000      | 55,180,000         |
| Equipos eléctricos                                                  | Gl       | 2       | 12,310,000      | 24,620,000         |
| Equipos mecánicos                                                   | Gl       | 2       | 5,890,000       | 11,780,000         |
| Módulos recuperación energética                                     | Gl       | 2       | 9,660,000       | 19,320,000         |
| Instalaciones eléctricas de alta                                    | Gl       | 2       | 5,900,000       | 11,800,000         |
| Software de control                                                 | Gl       | 1       | 834,040         | 834,040            |
| Tratamiento lodos                                                   | Gl       | 1       | 21,200,000      | 21,200,000         |
| Proyecto de urbanización y entorno                                  | Gl       | 1       | 3,500,000       | 3,500,000          |
| <b>Subtotal</b>                                                     |          |         |                 | <b>229,464,640</b> |
| Otras obras accesorias                                              | %        | 5%      | 229,464,640     | 11,473,232         |
| Imprevistos                                                         | %        | 15%     | 229,464,640     | 34,419,696         |
| Proyecto y D.O.                                                     | %        | 11%     | 229,464,640     | 25,241,110         |
| <b>Total</b>                                                        |          |         |                 | <b>300,598,678</b> |
| IVA                                                                 | %        | 22%     | 300,598,678     | 66,131,709         |
| Leyes sociales                                                      | %        | 9%      | 300,598,678     | 27,053,881         |
| <b>Monto total</b>                                                  |          |         |                 | <b>393,784,269</b> |

## Obra conducción Planta Ósmosis Inversa- Melilla

### Costos de inversión

| Línea de impulsión Planta Santiago Vázquez-Melilla                    | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total      |
|-----------------------------------------------------------------------|----|---------|-----------------|-------------------|
| <b>Bombeo 1</b>                                                       |    |         |                 |                   |
| Estación de bombeo                                                    | Gl | 1       | 13,000,000      | 13,000,000        |
| FD 1600mm sum y colocación - Línea de impulsión SV - Recalque Melilla | m  | 14500   | 2,600           | 37,700,000        |
| Sobrepeso de excavación en roca                                       | m  | 580     | 765             | 443,700           |
| Servidumbres y expropiaciones                                         | m  | 3000    | 100             | 300,000           |
| <i>Subtotal</i>                                                       |    |         |                 | <b>51,443,700</b> |
| Otras obras accesorias                                                | %  | 5%      | 51,443,700      | 2,572,185         |
| Imprevistos                                                           | %  | 10%     | 51,443,700      | 5,144,370         |
| Proyecto y D.O.                                                       | %  | 10%     | 51,443,700      | 5,144,370         |
| <b>Total</b>                                                          |    |         |                 | <b>64,304,625</b> |
| IVA                                                                   | %  | 22%     | 64,304,625      | 14,147,018        |
| Leyes sociales                                                        | %  | 9%      | 64,304,625      | 5,787,416         |
| <b>Monto total</b>                                                    |    |         |                 | <b>84,239,059</b> |

### Costos operativos

| Estación de bombeo 1                 |    |           | Costo anual |
|--------------------------------------|----|-----------|-------------|
| Costos anuales O & M electromecánico | 4% | 6,500,000 | 260,000     |
| Costos anuales O & M otros           | 1% | 6,500,000 | 65,000      |
| Gastos personal                      | 0  | 72,000    | -           |
| Costos energéticos                   | 1  | 5,059,309 | 5,059,309   |



## Obra conducción Rincón de Carballo-AACC

### Costos de inversión

| Rincón de Carballo - AACC - Estimación de costos de construcción, Túnel D=3m | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total       |
|------------------------------------------------------------------------------|----|---------|-----------------|--------------------|
| Servidumbres, expropiaciones, etc.                                           | m  | 42000   | 30              | 1,260,000          |
| Construcción de túnel 3m de diámetro                                         | m  | 42000   | 3,500           | 147,000,000        |
| Obras de toma                                                                | Gl | 1       | 500,000         | 500,000            |
| Costos de implantación / desarraigo                                          | Gl | 1       | 700,000         |                    |
| Obras de conexión en AACC                                                    | Gl | 1       | 1,000,000       | 1,000,000          |
| Obras accesorias por interferencias                                          | Gl | 1       | 6,000,000       | 6,000,000          |
| <b>Subtotal</b>                                                              |    |         |                 | <b>155,760,000</b> |
| Otras obras accesorias                                                       | %  | 5%      | 155,760,000     | 7,788,000          |
| Imprevistos                                                                  | %  | 15%     | 155,760,000     | 23,364,000         |
| Proyecto y D.O.                                                              | %  | 9%      | 155,760,000     | 14,018,400         |
| <b>Total</b>                                                                 |    |         |                 | <b>200,930,400</b> |
| IVA                                                                          | %  | 22%     | 200,930,400     | 44,204,688         |
| Leyes sociales                                                               | %  | 9%      | 200,930,400     | 18,083,736         |
| <b>Monto total</b>                                                           |    |         |                 | <b>263,218,824</b> |

## Obra remodelación y ampliación de clarificación en sectores 3 y 6 (Planta Vieja)

### Costos de inversión

| Rubrado- Remodelación y ampliación de clarificadores | Un | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total       |
|------------------------------------------------------|----|----------|-----------------|--------------------|
| <b>Cada sedimentador:</b>                            | -  |          |                 |                    |
| Hormigón floculadores                                | m3 | 61       | 1000            | 60,750             |
| Ductos triples                                       | m3 | 639      | 1000            | 639,000            |
| Otros (fundaciones y canales fondo) 10% anteriores   | m3 | 70       | 1000            | 69,975             |
| Módulos plásticos                                    | m2 | 1320     | 200             | 264,000            |
| Canales secundarios                                  | m  | 660      | 200             | 132,000            |
| Accesorios orificios lodos y floculadores            | m2 | 1320     | 50              | 66,000             |
| Rellenos tolva lodos y regularización fondo          | m2 | 1320     | 200             | 264,000            |
| Compuertas y accesorios                              | Gl | 1        | 25000           | 25,000             |
| Floculadores mecánicos (sum e instalación)           | Gl | 2        | 15000           | 30,000             |
| <i>Subtotal</i>                                      |    |          |                 | <i>1,550,725</i>   |
| Imprevistos y otros                                  |    |          | 10%             | 155,072.5          |
| Leyes sociales (10% del hormigón)                    |    |          | 10%             | 76,972.5           |
| <b>Total</b>                                         |    |          |                 | <b>1,782,770.0</b> |
| IVA                                                  |    |          | 22%             | 392,209.4          |
| <b>Monto unitario de la inversión</b>                |    |          |                 | <b>2,174,979.4</b> |
| <b>Monto total (4 unidades de clarificación)</b>     |    |          |                 | <b>8,699,917.6</b> |

## Obra rehabilitación de Filtros Planta Vieja

### Costos de inversión

| Rubrado- Rehabilitación Filtros : | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total     |
|-----------------------------------|----|---------|-----------------|------------------|
| <b>Cada filtro (total 20):</b>    |    |         |                 |                  |
| Rehabilitación estructural        | m2 | 3,880   | 550             | 2,134,000        |
| Nuevo falso fondo de boquillas    | m2 | 3,880   | 350             | 1,358,000        |
| Instalación lavado aire           | Gl | 1       | 300,000         | 300,000          |
| Otros                             | Gl | 1       | 300,000         | 300,000          |
| <i>Subtotal</i>                   |    |         |                 | <i>4,092,000</i> |
| Imprevistos y otros               |    |         | 10%             | 409,200          |
| Leyes sociales (10% del hormigón) |    |         | 10%             | 409,200          |
| <b>Total</b>                      |    |         |                 | <b>4,910,400</b> |
| IVA                               |    |         | 22%             | 1,080,288        |
| <b>Monto total</b>                |    |         |                 | <b>5,990,688</b> |

## Obra ampliación de Filtros Planta Vieja

### Costos de inversión

| Rubrado- Ampliación Filtros:      | Un | Metraje | Precio Unitario | Precio Total     |
|-----------------------------------|----|---------|-----------------|------------------|
| Sustitución de manto filtrantes   | m2 | 3,880   | 350             | 1,358,000        |
| <i>Subtotal</i>                   |    |         |                 | <i>1,358,000</i> |
| Imprevistos y otros               |    |         | 10%             | 135,800          |
| Leyes sociales (10% del hormigón) |    |         | 10%             | 135,800          |
| <b>Total</b>                      |    |         |                 | <b>1,629,600</b> |
| IVA                               |    |         | 22%             | 358,512          |
| <b>Monto total</b>                |    |         |                 | <b>1,988,112</b> |

## **Anexo 2**

### **COSTOS DIFERENCIALES ANUALES DE OPERACION**

## **1. Consideración preliminar**

Los costos diferenciales de operación estudiados, son una estimación propia de la naturaleza del trabajo encargado que deberá ser aproximada en sucesivas etapas una vez desarrollado el proyecto de la alternativa seleccionada. Esta aproximación no priva al estudio de rigor, puesto que al tratarse de una comparativa, todos los criterios aplicados para la definición de dichos costos operativos han sido tratados homogéneamente en todas las alternativas y por ello los posibles errores de apreciación compensados.

## **2. Costos anuales diferenciales de explotación**

Son aquellos que se producen por encima de los costos actuales como consecuencia de la puesta en servicio de nuevos sistemas de abastecimiento.

Se dividirán en costos fijos y costos variables. Los costos fijos estarán integrados por los nuevos recursos humanos y medios de transporte necesarios para manejar, conservar y mantener el nuevo sistema y los costos de conservación y mantenimiento (reposición técnica de equipos, consumibles, actualización de activos obsoletos, asistencias exteriores de apoyo al mantenimiento, mantenimiento legal, etc.). Los costos variables serán la energía eléctrica y los insumos químicos cuyo consumo es proporcional a los caudales demandados.

Estos gastos se manifiestan cíclicamente y gravitan sobre el capítulo ordinario de gastos corrientes.

## **3. Análisis de los costos anuales de las distintas alternativas**

En la tabla nº 1, se identifican para cada alternativa estos costos distinguiendo los costos de personal, los de conservación y mantenimiento y los variables relacionados con la energía y potabilizantes.

Existe un primer costo común a todas las alternativas que no tienen planta nueva de 2.500.000 y 1.250.000 dólares, que es el costo variable de la dosificación de dióxido de cloro y carbón activado en polvo a implementar a corto plazo en la Usina de AACC.

**Tabla n ° 1. Detalle de los costos anuales operativos diferenciales para cada alternativa. Valores en US\$**

| Gastos anuales diferenciales de operación en US\$ |            | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal. Centro Costo Casupá, incluso p.p. Canelón | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón |                                           |                      |                                |                |                           | Energía consumida en presas            |                                                                                 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |                                                                                           |
|---------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------|---------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alternativa 1.1.                                  | 3.286.538  | 2.500.000                                            | 92.861                                              | 53.063                                           |                                           |                      |                                |                |                           | 82.512                                 |                                                                                 | 285.634                                        | 272.469                                                                    |                                                                                           |
|                                                   |            | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal. Centro Costo Casupá, incluso p.p. Canelón |                                                  |                                           |                      |                                |                |                           | Energía consumida en presas            |                                                                                 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |                                                                                           |
| Alternativa 1.2.                                  | 3.045.000  | 2.500.000                                            | 92.861                                              |                                                  |                                           |                      |                                |                |                           | 82.512                                 |                                                                                 | 210.909                                        | 158.719                                                                    |                                                                                           |
|                                                   |            | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombeos, etc               | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón |                                           |                      |                                | Pretratamiento | Energía consumida bombeos | Energía consumida en planta y/o presas |                                                                                 | Auscultación/Taludes limpiezas                 | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |                                                                                           |
| Alternativa 2.1.                                  | 7.610.908  | 2.500.000                                            | 347.820                                             | 53.063                                           |                                           |                      |                                | 417.959        | 3.205.000                 | 249.529                                |                                                                                 | 159.304                                        | 678.233                                                                    |                                                                                           |
|                                                   |            | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombeos, etc               | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón |                                           | Personal Usina Oeste |                                | Pretratamiento | Energía consumida bombeos | Energía consumida en planta y/o presas | Energía bonificada por tener el agua disponible a la cota piezométrica a la 160 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |                                                                                           |
| Alternativa 2.2.                                  | 7.385.340  | 1.250.000                                            | 347.820                                             | 53.063                                           |                                           | 447.100              |                                | 417.959        | 6.316.000                 | 249.529                                | -2.750.000                                                                      | 159.304                                        | 894.564                                                                    |                                                                                           |
|                                                   |            | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombeos, etc               | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón |                                           |                      | Personal Usina Ósmosis Inversa | Pretratamiento | Energía consumida bombeos | Energía consumida en planta y/o presas | Energía bonificada por tener el agua disponible a la cota piezométrica a la 160 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. | Reposición membranas                                                                      |
| Alternativa 2.3.                                  | 15.862.002 | 1.250.000                                            | Incluido en usina                                   | 53.063                                           |                                           |                      | 1.022.465                      | 417.959        | 2.900.000                 | 6.700.000                              | -2.750.000                                                                      | 159.304                                        | 3.714.827                                                                  | 2.394.384                                                                                 |
|                                                   |            | Trat. Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro |                                                     | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón | Personal. Centro Costo Rincón de Carballo |                      |                                |                |                           | Energía consumida en planta y/o presas |                                                                                 | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. | Mantenimiento áreas acceso bocas inspección, comprobaciones geotécnicas, topografía, etc. |
| Alternativa 3                                     | 3.490.000  | 2.500.000                                            |                                                     | 53.063                                           | 66.329                                    |                      |                                |                |                           | 82.512                                 |                                                                                 | 285.634                                        | 282.469                                                                    | 219.993                                                                                   |

A continuación se realizarán los comentarios correspondientes a cada alternativa.

### Alternativa 1.1.

| Gastos anuales diferenciales de operación en US\$ |                  | Tratamientos Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal. Centro Costo Casupá, incluso p.p. Canelón | Personal. Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón | Energía consumida en presas | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |
|---------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alternativa 1.1.</b>                           | <b>3.286.538</b> | 2.500.000                                                   | 92.861                                              | 53.063                                           | 82.512                      | 285.634                                        | 272.469                                                                    |

### Personal

El costo de personal se ha estimado considerando un equipo multidisciplinario al mando de técnico cualificado compuesto por un especialista electromecánico y un técnico auxiliar en auscultación incluso transporte. Este equipo estaría permanentemente visitando e inspeccionando las presas de Casupá, El Soldado y Canelón Grande. Se ha considerado además la posibilidad de trabajos en días feriados y en actuaciones derivadas de lluvias extraordinarias.

### Energía

Se refiere al costo de la energía eléctrica de estas presas consecuencia de iluminación interior y exterior, casa de vigilancia, edificios grupo electrógeno y activación de válvulas tele mandadas desde AACC.

### Conservación

En este apartado se incluyen los costos de las labores de conservación y de relevamiento de auscultación de la presa y embalse, así como el control topográfico. También se incluyen las labores de desbroces del vaso de la presa y limpieza y recarga (en su caso) de taludes, actuaciones especialmente importantes al comienzo de la operación y limpieza de accesos.



## Mantenimiento

Se incluyen los costos derivados de los gastos de pintura anual, señalizaciones, atención grupos electrógenos, reposición de equipos, actualización de software de control.

### Alternativa 1.2.

|                         | Total US\$       | Tratamientos Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal. Centro Costo Casupá, incluso p.p. Canelón | Energía consumida en presas | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |
|-------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alternativa 1.2.</b> | <b>3.045.000</b> | 2.500.000                                                   | 92.861                                              | 70.512                      | 210.909                                        | 158.719                                                                    |

### Personal

El costo de personal se ha estimado considerando un equipo multidisciplinar al mando de técnico cualificado compuesto por un especialista electromecánico y un técnico auxiliar en auscultación incluso transporte. Este equipo estaría permanentemente visitando e inspeccionando las presas de Casupá y Canelón. Así como actuaciones de vigilancia en el entubamiento desde Paso Severino hasta AACC. Se ha considerado además la posibilidad de trabajos en días feriados y en actuaciones derivadas de lluvias extraordinarias.

### Energía

Se refiere al costo de la energía eléctrica de estas presas consecuencia de iluminación interior y exterior, casa de guardería y herramental, edificio grupo electrógeno y activación de válvulas tele mandadas desde AACC.

### Conservación

En este apartado se incluyen los costos de las labores de conservación y de relevamiento de auscultación de la presa y embalse, así como el control topográfico. También se incluyen las labores de desbroces del vaso de la presa y limpieza y recarga (en su caso) de taludes, actuaciones especialmente importantes al comienzo de la operación y limpieza de accesos.

### Mantenimiento

Se incluyen los costos derivados de los gastos de pintura anual, señalizaciones, atención grupo electrógeno, reposición de equipos, actualización de software de control. Además se considera la necesidad de actuaciones preventivas en el manejo de válvulas de purga en la conducción de Paso Severino a AACC.

## Alternativa 2.1.

|                         | Total US\$       | Tratamientos Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombeos, etc | Personal . Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón | Pretratamiento | Energía consumida bombeos | Energía consumida en planta y/o presas | Auscultación/Taludes limpiezas | Mantenimiento , pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |
|-------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alternativa 2.1.</b> | <b>7.610.908</b> | 2.500.000                                                   | 347.820                               | 53.063                                            | 417.959        | 3.205.000                 | 249.529                                | 285.634                        | 551.903                                                                     |

## Personal

Los costos de personal están constituidos por un lado por los del personal que llevaría a efecto la atención de la presa de El Soldado y Canelón Grande y por otro el personal fijo que debería hacerse cargo de las instalaciones de la captación, pretratamiento y bombeos de la línea Bocas del Cufré-AACC, incluso transporte. Se ha considerado además la posibilidad de trabajos en días feriados y en actuaciones derivadas de lluvias extraordinarias.

## Energía

La energía de los bombeos es la consumida para transportar un caudal fijo o base de 1 m<sup>3</sup>/s durante todo el año y 4 m<sup>3</sup>/s durante un 20% del año desde Bocas del Cufré hasta AACC, coincidente con caudales bajos en el río Santa Lucía. Está valorada a 0,1105 US\$/KWH. Además está considerada la energía de la captación y pretratamiento de Bocas del Cufré y al igual que en la alternativa 1.1 la energía de las presas.

## Conservación

En este apartado se incluyen los costos de las labores de conservación y de relevamiento de auscultación de las presas y embalses, así como el control topográfico. También se incluyen las labores de desbroces del vaso de la presa y limpieza y recarga (en su caso) de taludes, actuaciones especialmente importantes al comienzo de la operación y limpieza de accesos. Además de estas actividades se suman las relacionadas con las instalaciones exteriores de la captación de Bocas del Cufré de la tubería de impulsión y de las instalaciones de bombeo.

## Mantenimiento

Se incluyen los costos derivados de los gastos de mantenimiento de la presas en la misma línea que la apuntada para las alternativas 1.1. y 1.2 pero sin la incidencia de la presa de Casupá.

Por otro lado se encuentran los mantenimientos de la captación, sistema dosificador de dióxido de cloro, equipos rotativos de potencia, centros de transformación, software de control, etc.

## Alternativa 2. 2.

|                         | Total US\$       | Tratamientos Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal pretratamiento, bombes, etc | Personal Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón | Personal Usina Oeste | Pretratamiento | Energía consumida a bombes | Energía consumida en planta y/o presas | Energía bonificada por tener el agua disponible a la cota piezométrica de 160 mca | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento legal, etc. |
|-------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alternativa 2.2.</b> | <b>7.385.342</b> | 1.250.000                                                   | 347.820                              | 53.063                                          | 447.100              | 417.959        | 6.316.000                  | 249.529                                | 2.750.000                                                                         | 159.306                                        | 894.564                                                                    |

## Personal

Los costos de personal están constituidos por un lado por los del personal que llevaría a efecto la atención de la presa de El Soldado y Canelón, por otro el personal fijo que debería hacerse cargo de las instalaciones de la captación, pretratamiento, bombes de la línea Bocas del Cufré-AACC, incluso transporte y por otro el personal fijo en la nueva planta. Se ha considerado además la posibilidad de trabajos en días feriados y en actuaciones derivadas de lluvias extraordinarias.

## Energía

La energía de los bombes es la consumida para transportar un caudal fijo o base de 1 m<sup>3</sup>/s durante todo el año y 4 m<sup>3</sup>/s durante un 20% del año desde Boca de Cufré hasta la nueva Planta Oeste y desde este punto al Km 24.5, coincidente con caudales bajos en el río Santa Lucía. Está valorada a 0,1105 US\$/KWH. Además está considerada la energía de la captación y pretratamiento de Bocas del Cufré y al igual que la alternativa 1.1 la energía de las presas. Para referir los costos energéticos a la

situación de AACC, se debe descontar el costo de la energía de esta alternativa la necesaria para bombear los volúmenes antes referidos ( $1 \text{ m}^3/\text{s}$  todo el año, y  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  un 20% del tiempo) a la cota piezométrica de las aductoras a la salida de AACC.

## Conservación

En este apartado se incluyen los costos de las labores de conservación y de relevamiento de auscultación de las presas y embalses, así como el control topográfico. También se incluyen las labores de desbroces del vaso de la presa y limpieza y recarga (en su caso) de taludes, actuaciones especialmente importantes al comienzo de la operación y limpieza de accesos. Además de estas actividades se suman las relacionadas con las instalaciones exteriores de la captación de Bocas del Cufre de la tubería de impulsión y de las instalaciones de bombeo y finalmente los costos de conservación (edificios, jardinería, pintura, etc.) de la nueva Planta Oeste.

## Mantenimiento

Se incluyen los costos derivados de los gastos de mantenimiento de la presas en la misma línea que la apuntada para las alternativas 1.1. y 1.2 pero sin la incidencia de la presa de Casupá.

Por otro lado se encuentran los mantenimientos de la captación, sistema dosificador de dióxido de cloro, equipos rotativos de potencia, centros de transformación, software de control, etc.

Finalmente se han considerado los costos operativos de reposición de maquinaria de alto desgaste, consumibles, productos accesorios de mantenimiento, servicios auxiliares, mantenimiento de parque eléctrico, etc.

### Alternativa 2. 3.

|                         | Total US\$        | Tratamientos Especiales de Carbón Activo y Dióxido de Cloro | Personal Centro Costo Soldado inc. p.p. Canelón | Personal Usina Ósmosis Inversa | Pretratamiento | Energía consumida a bombes | Energía consumida en planta y/o presas | Energía bonificada por tener el agua disponible a la cota piezométrica de 160 mca | Auscultación, desbroces y limpiezas de taludes | Mantenimiento, pintura, limpiezas, reposiciones, mantenimiento | Reposición membranas |
|-------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Alternativa 2.3.</b> | <b>15.862.004</b> | 1.250.000                                                   | 53.063                                          | 1.022.465                      | 417.959        | 2.900.000                  | 6.700.000                              | -<br>2.750.000                                                                    | 159.306                                        | 3.714.827                                                      | 2.394.384            |

### Personal

Los costos de personal están constituidos por un lado por los del personal que llevaría a efecto la atención de la presa de El Soldado y Canelón Grande, por otro el personal fijo que debería hacerse cargo de las instalaciones de la captación, pretratamiento, bombeo de la línea Santiago Vázquez –nueva Planta de ósmosis y por otro el personal fijo en la nueva Planta de ósmosis inversa que debe nutrirse de personal con experiencia en instalaciones electromecánicas de alta potencia instalada. Se ha considerado además la posibilidad de trabajos en días feriados y en actuaciones derivadas de lluvias extraordinarias.

### Energía

La energía de los bombes es la consumida para transportar un caudal fijo o base de 1 m<sup>3</sup>/s durante todo el año y 4 m<sup>3</sup>/s durante un 20% del año desde Santiago Vázquez hasta la nueva Planta de ósmosis y desde este punto al recalque de Melilla, coincidente con caudales bajos en el río Santa Lucía. Esta valorada a 0,1105 US\$/KWH.

Además está considerada la energía de la captación y pretratamiento y al igual que la alternativa 1.1 la energía de las presas. Para referir los costos energéticos a la situación de AACC, se debe descontar el costo de la energía de esta alternativa la necesaria para bombear los volúmenes antes referidos (1 m<sup>3</sup>/s todo el año, y 4 m<sup>3</sup>/s un 20% del tiempo) a la cota piezométrica de las aductoras a la salida de AACC. La gran cantidad de energía consumida en la planta de ósmosis está determinada por el ratio de 1,5 KWH/m<sup>3</sup> aplicable para aguas salobres y que supone la mitad de la energía para osmotizar agua marina.

## Conservación

En este apartado se incluyen los costos de las labores de conservación y de relevamiento de auscultación de las presas y embalses, así como el control topográfico. También se incluyen las labores de desbroces del vaso de la presa y limpieza y recarga (en su caso) de taludes, actuaciones especialmente importantes al comienzo de la operación y limpieza de accesos. Además de estas actividades se suman las relacionadas con las instalaciones exteriores de la captación de Santiago Vázquez y finalmente los costos de conservación (edificios, jardinería, pintura, etc.) de la nueva Planta de ósmosis inversa.

## Mantenimiento

Se incluyen los costos derivados de los gastos de mantenimiento de la presas en la misma línea que la apuntada para las alternativas 1.1 y 1.2 pero sin la incidencia de la presa de Casupá.

Por otro lado se encuentran los mantenimientos de la captación, sistema dosificador de dióxido de cloro, equipos rotativos de potencia, centros de transformación, software de control, etc.

Respecto a los costos de mantenimiento de la planta de ósmosis es preciso considerar además de los considerados para una planta convencional (reposición de maquinaria de alto desgaste, consumibles, productos accesorios de mantenimiento, servicios auxiliares, mantenimiento de parque eléctrico, etc.) la reposición de un 15% de membranas anual.



### Alternativa 3

|                          | Total US\$       | Tratamientos<br>Especiales de<br>Carbón Activo y<br>Dióxido de<br>Cloro | Personal.<br>Centro<br>Costo<br>Soldado<br>inc. p.p.<br>Canelón | Personal.<br>Centro<br>Costo<br>Rincón de<br>Carballo | Energía<br>consumida<br>en planta<br>y/o presas | Auscultación,<br>desbroces y<br>limpiezas de<br>taludes | Mantenimiento,<br>pintura, limpiezas,<br>reposiciones,<br>mantenimiento<br>legal, etc. | Mantenimiento áreas acceso<br>bocas inspección,<br>comprobaciones<br>geotécnicas, topografía, etc. |
|--------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alternativa<br/>3</b> | <b>3.490.000</b> | 2.500.000                                                               | 53.063                                                          | 66.329                                                | 82.512                                          | 285.634                                                 | 282.469                                                                                | 219.993                                                                                            |

### Personal

El costo de personal se ha estimado considerando un equipo multidisciplinar al mando de técnico cualificado compuesto por un especialista electromecánico y un técnico auxiliar en auscultación incluso transporte. Este equipo estaría permanentemente visitando e inspeccionando las presas de Rincón de Carballo, El Soldado y Canelón Grande. Se ha considerado además la posibilidad de trabajos en días feriados y en actuaciones derivadas de lluvias extraordinarias.

### Energía

Se refiere al costo de la energía eléctrica de estas presas consecuencia de iluminación interior y exterior, casa de guardería y herramental, edificios grupo electrógeno y activación de válvulas tele mandadas desde AACC.

### Conservación

En este apartado se incluyen los costos de las labores de conservación y de relevamiento de auscultación de las presas y embalses, así como el control topográfico. También se incluyen las labores de desbroces del vaso de la presa y limpieza y recarga (en su caso) de taludes, actuaciones especialmente importantes al comienzo de la operación y limpieza de accesos. Se incluyen labores de auscultación de túneles y limpieza de accesos a entrada túneles

### Mantenimiento

Se incluyen los costos derivados de los gastos de pintura anual, señalizaciones, atención grupos electrógenos, reposición de equipos, actualización de software de control.

## **Anexo 3**

# **FLUJOS DE INVERSION Y EVALUACIÓN ECONÓMICA**

| Alternativa 1.1 - Presa en Casupá, Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| INVERSIONES                                                                            |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Línea de base                                                                          |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
|                                                                                        | 2014                                 | 2015       | 2016       | 2017       | 2018       | 2019      | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029       | 2030       | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043      | 2044      | 2045         |             |
|                                                                                        | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Aguas Corrientes                                                                       |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Nueva Toma                                                                             | 5.000.000                            | 5.000.000  |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 5.000.000  | 5.000.000  |            |            |           |           |              |             |
| Tratamiento de lodos                                                                   |                                      |            | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667 |           |              |             |
| Instalaciones para dióxido de cloro                                                    | 3.000.000                            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Mejora instalaciones carbón activado                                                   | 2.000.000                            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 3.000.000  |            |            |           |           |              |             |
| Rehabilitación de filtros                                                              |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 2.000.000  |            |            |           |           |              |             |
| Acondicionamiento Presa AACC                                                           |                                      | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            | 1.500.000  | 1.500.000 | 1.500.000 | 1.500.000    |             |
| Inversión de reposición                                                                |                                      | 2.000.000  |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              | 1.000.000   |
| Valor residual                                                                         |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              | 1.000.000   |
| Sub-Total Aguas Corrientes                                                             | 10.000.000                           | 8.500.000  | 8.566.667  | 9.566.667  | 9.566.667  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 11.000.000 | 7.500.000  | 9.566.667  | 9.566.667 | 9.566.667 | 1.000.000    | -31.816.000 |
| Paso Severino                                                                          |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Reparación deslizamiento terraplenes                                                   |                                      |            |            | 2.500.000  |            |           |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Estudio de rehabilitación y aumento de cota                                            |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 2.500.000 |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           | 2.500.000 |            |            |            | 2.500.000  |           |           |              |             |
| Paso Severino                                                                          | 1.000.000                            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Obra vertedero de excedencias                                                          | 4.000.000                            | 4.000.000  |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Valor residual                                                                         |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              | -7.680.000  |
| Sub-Total Aguas Paso severino                                                          | 5.000.000                            | 4.000.000  | 0          | 2.500.000  | 0          | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0          | 0          | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0          | 4.000.000  | 4.000.000  | 0          | 2.500.000 | 0         | 0            | -7.680.000  |
| Acondicionamiento Presa Canelón Grande                                                 | 1.000.000                            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 1.000.000  |            |            |           |           |              |             |
| Total Línea de base                                                                    | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 16.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -39.496.000  |             |
|                                                                                        |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Proyecto                                                                               |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
|                                                                                        | 2014                                 | 2015       | 2016       | 2017       | 2018       | 2019      | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029       | 2030       | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043      | 2044      | 2045         |             |
|                                                                                        | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Presa Casupá                                                                           |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Recanalización Canelón Grande                                                          |                                      | 14.281.692 | 14.281.692 | 14.281.692 | 14.281.692 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Presa El Soldado                                                                       |                                      | 2.593.233  | 2.593.233  |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Acondicionamiento AACC                                                                 |                                      |            | 10.620.258 | 10.620.258 | 10.620.258 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Equipos para monitoreo                                                                 |                                      |            | 3.500.000  |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 8.700.000  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Sala de Bombas                                                                         |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Ampliación aductoras                                                                   |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 7.279.875  | 7.279.875  |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Cambio de manto de filtros                                                             |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 40.000.000 | 40.000.000 |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Valor residual                                                                         |                                      | 2.000.000  |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Línea de base                                                                          | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 16.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -113.191.137 |             |
| Total Proyecto                                                                         | 16.000.000                           | 31.374.924 | 39.561.849 | 36.968.617 | 34.468.617 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 56.979.875 | 48.279.875 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 16.000.000 | 13.500.000 | 13.066.667 | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -152.687.137 |             |
|                                                                                        |                                      |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |             |
| Proyecto menos línea de base                                                           | 0                                    | 18.874.924 | 30.995.183 | 24.901.950 | 24.901.950 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 55.979.875 | 47.279.875 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 2.000.000  | 3.500.000  | 0          | 0         | 0         | -113.191.137 |             |

Alternativa 1.1 - Presa en Casupá, Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado

EVALUACION ECONOMICA

En dólares del año 2012 a precios de eficiencia.

|                                                          | 2014        | 2015        | 2016        | 2017       | 2018       | 2019       | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029        | 2030        | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044       | 2045        |              |
|----------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| Inversiones y costos Línea de base                       | 46.160.892  | 43.658.581  | 40.038.438  | 43.158.139 | 41.499.007 | 34.775.155 | 35.004.626 | 35.235.796 | 37.353.922 | 35.703.280 | 35.939.621 | 36.177.711 | 36.417.565 | 38.544.441 | 36.902.615 | 37.967.511  | 37.394.880  | 37.643.753 | 39.779.716 | 38.147.047 | 38.401.497 | 38.657.834 | 38.916.074 | 41.061.476 | 39.438.317 | 51.989.726 | 48.922.933 | 47.187.951 | 49.343.156 | 47.729.874 | 41.871.893 | 8.544.610   |              |
| Aguas Corrientes                                         |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 8.607.377   | 7.114.590   | 6.951.639   | 7.961.639  | 7.961.639  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 9.617.377  | 6.284.590  | 7.961.639  | 7.961.639  | 7.961.639  | 1.010.000  | -24.873.934 |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.049.247  | 32.859.367  | 33.082.147  | 33.306.574 | 33.532.661 | 33.760.419 | 33.989.863 | 34.221.003 | 34.453.855 | 34.688.430 | 34.924.741 | 35.162.802 | 35.402.626 | 35.644.226 | 35.887.616 | 36.132.810  | 36.379.820  | 36.628.662 | 36.879.349 | 37.131.895 | 37.386.313 | 37.642.619 | 37.900.827 | 38.160.951 | 38.423.006 | 38.687.006 | 38.952.966 | 39.220.902 | 39.490.828 | 39.762.760 | 40.036.712 | 40.312.700  |              |
| Paso Severino                                            |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 4.499.672   | 3.680.000   | 0           | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672     | 0           | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 3.680.000  | 3.680.000  | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672    | -6.899.698  |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 4.596       | 4.623       | 4.651       | 4.679      | 4.707      | 4.735      | 4.764      | 4.793      | 4.821      | 4.850      | 4.880      | 4.909      | 4.939      | 4.969      | 4.999      | 5.029       | 5.060       | 5.090      | 5.121      | 5.152      | 5.184      | 5.215      | 5.247      | 5.279      | 5.311      | 5.344      | 5.376      | 5.409      | 5.442      | 5.475      | 5.509      | 5.543       |              |
| Total Línea de Base                                      |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 13.107.049  | 10.794.590  | 6.951.639   | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.829.672   | 1.010.000   | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 13.297.377 | 9.964.590  | 7.961.639  | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672  | -31.773.633 |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843  | 32.863.991  | 33.086.798  | 33.311.253 | 33.537.368 | 33.765.155 | 33.994.626 | 34.225.796 | 34.458.676 | 34.693.280 | 34.929.621 | 35.167.711 | 35.407.565 | 35.649.195 | 35.892.615 | 36.137.839  | 36.384.880  | 36.633.753 | 36.884.470 | 37.137.047 | 37.391.497 | 37.647.834 | 37.906.074 | 38.166.230 | 38.428.317 | 38.692.349 | 38.958.343 | 39.226.311 | 39.496.270 | 39.768.235 | 40.042.221 | 40.318.243  |              |
| Inversiones y costos Proyecto                            | 47.080.892  | 63.889.386  | 69.858.972  | 67.609.044 | 65.949.913 | 39.278.203 | 39.622.124 | 39.866.603 | 41.998.131 | 40.360.982 | 40.610.908 | 40.862.678 | 41.116.304 | 43.257.048 | 41.629.185 | 88.219.677  | 81.171.857  | 42.412.788 | 44.563.102 | 42.944.881 | 43.213.879 | 43.484.864 | 43.757.851 | 45.918.102 | 44.309.894 | 57.796.358 | 55.664.721 | 54.945.164 | 54.275.570 | 52.677.761 | 46.835.357 | -75.365.776 |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 14.027.049  | 29.094.557  | 34.841.336  | 32.366.954 | 30.481.708 | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 47.341.210  | 40.032.194  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 14.217.377 | 11.804.590 | 10.801.803 | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672   | -120.663.167 |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843  | 34.794.828  | 35.017.636  | 35.242.091 | 35.468.205 | 38.268.203 | 38.612.124 | 38.856.603 | 39.102.885 | 39.350.982 | 39.600.908 | 39.852.678 | 40.106.304 | 40.361.802 | 40.619.185 | 40.878.467  | 41.139.664  | 41.402.788 | 41.667.856 | 41.934.881 | 42.203.879 | 42.474.864 | 42.747.851 | 43.022.856 | 43.299.894 | 43.578.981 | 43.860.131 | 44.143.360 | 44.428.685 | 44.716.121 | 45.005.684 | 45.297.391  |              |
| Inversiones y costos diferenciales                       | 920.000     | 20.230.805  | 29.820.534  | 24.450.906 | 24.450.906 | 4.503.048  | 4.617.497  | 4.630.807  | 4.644.209  | 4.657.702  | 4.671.288  | 4.684.967  | 4.698.740  | 4.712.607  | 4.726.570  | 50.252.167  | 43.776.977  | 4.769.036  | 4.783.386  | 4.797.834  | 4.812.382  | 4.827.029  | 4.841.777  | 4.856.626  | 4.871.578  | 5.806.631  | 6.741.788  | 7.757.213  | 4.932.415  | 4.947.886  | 4.963.464  | -83.910.386 |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 920.000     | 18.299.967  | 27.889.697  | 22.520.069 | 22.520.069 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 45.511.538  | 39.022.194  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 920.000    | 1.840.000  | 2.840.164  | 0          | 0          | 0          | -88.889.534 |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 0           | 1.930.837   | 1.930.837   | 1.930.837  | 1.930.837  | 4.503.048  | 4.617.497  | 4.630.807  | 4.644.209  | 4.657.702  | 4.671.288  | 4.684.967  | 4.698.740  | 4.712.607  | 4.726.570  | 4.740.629   | 4.754.784   | 4.769.036  | 4.783.386  | 4.797.834  | 4.812.382  | 4.827.029  | 4.841.777  | 4.856.626  | 4.871.578  | 4.886.631  | 4.901.788  | 4.917.049  | 4.932.415  | 4.947.886  | 4.963.464  | 4.979.148   |              |
| Beneficios                                               | 0           | 0           | 11.435.442  | 28.088.703 | 26.176.059 | 27.498.435 | 28.850.522 | 30.273.270 | 31.722.081 | 33.208.246 | 34.727.312 | 36.280.107 | 6.915.761  | 11.025.333 | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 18.290.460 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664  |              |
| DaP por la calidad del agua de beber                     |             |             | 11.435.442  | 23.573.450 | 24.297.597 | 25.043.989 | 25.813.310 | 26.606.262 | 27.423.574 | 28.265.992 | 29.134.288 | 30.029.258 |            | 3.438.589  |            |             |             |            |            |            |            |            |            | 3.681.994  |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Ahorro de reducción consumo por sequía                   |             |             |             | 3.211.274  |            |            |            |            |            |            |            |            |            | 7.586.745  |            |             |             |            |            |            |            |            |            | 14.608.466 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664  |              |
| Ahorro de reducción consumo por déficit                  |             |             |             | 1.303.978  | 1.878.462  | 2.454.445  | 3.037.212  | 3.667.007  | 4.298.507  | 4.942.254  | 5.593.024  | 6.250.849  | 6.915.761  |            | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Beneficios netos                                         | -920.000    | -20.230.805 | -18.385.092 | 3.637.797  | 1.725.153  | 22.995.386 | 24.233.025 | 25.642.463 | 27.077.873 | 28.550.545 | 30.056.025 | 31.595.140 | 2.217.022  | 6.312.726  | 3.540.941  | -41.382.891 | -34.208.839 | 5.510.485  | 6.188.529  | 6.879.900  | 7.577.682  | 8.282.763  | 9.000.440  | 13.433.833 | 10.510.684 | 10.335.910 | 10.173.903 | 9.939.290  | 13.557.865 | 14.343.929 | 15.137.693 | 104.835.051 |              |
| Valor Actual Neto Económico en US\$ del año 2012         |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Costo de oportunidad = 5% anual                          | 132.831.917 |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Tasa Interna de Retorno Económico en % equivalente anual | 29,7%       |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |

Alternativa 1.2 - Presa en Casupá, Recanalización de Canelón Grande, Conducciones Paso Severino - Aguas Corrientes

INVERSIONES

Línea de base

|                                                           | 2014                                 | 2015       | 2016       | 2017       | 2018       | 2019       | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029       | 2030       | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040      | 2041       | 2042       | 2043       | 2044       | 2045        |              |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|
|                                                           | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Aguas Corrientes                                          |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Nueva Toma                                                | 5.000.000                            | 5.000.000  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 5.000.000  | 5.000.000 |            |            |            |            |             |              |              |
| Tratamiento de lodos                                      |                                      |            | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667  |            |             |              |              |
| Instalaciones para dióxido de cloro                       | 3.000.000                            |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 3.000.000  |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Mejora instalaciones carbón activado                      | 2.000.000                            |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 2.000.000  |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Acondicionamiento Presa AACC                              |                                      | 2.000.000  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Rehabilitación de filtros                                 |                                      | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 1.500.000 | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  |            |             |              |              |
| Inversión de reposición                                   |                                      |            | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  |             |              |              |
| Valor residual                                            |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000   | -32.816.000  |              |
| Sub-Total Aguas Corrientes                                | 10.000.000                           | 8.500.000  | 8.566.667  | 9.566.667  | 9.566.667  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 11.000.000 | 7.500.000 | 9.566.667  | 9.566.667  | 9.566.667  | 1.000.000  | -31.816.000 |              |              |
| Paso Severino                                             |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Reparación deslizamiento terraplenes                      |                                      |            |            | 2.500.000  |            |            |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |            |            |           | 2.500.000 |           |           |           |           |           | 2.500.000 |            |           |            | 2.500.000  |            |            |             |              |              |
| Estudio de rehabilitación y aumento de cota Paso Severino | 1.000.000                            |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Obra vertedero de excedencias                             | 4.000.000                            | 4.000.000  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 4.000.000 | 4.000.000  |            |            |            |             |              |              |
| Valor residual                                            |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            | -6.920.000  |              |              |
| Sub-Total Aguas Paso severino                             | 5.000.000                            | 4.000.000  | 0          | 2.500.000  | 0          | 0          | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0          | 0          | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0          | 4.000.000 | 4.000.000  | 0          | 2.500.000  | 0          | 0           | -6.920.000   |              |
| Acondicionamiento de Presa Canelón Grande                 | 1.000.000                            |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Total Línea de base                                       | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000  | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667   | 1.000.000    | -38.736.000  |
|                                                           |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Proyecto                                                  |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
|                                                           | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Presa Casupá                                              |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Conducciones Paso severino - Aguas Corrientes             |                                      | 14.281.692 | 14.281.692 | 14.281.692 | 14.281.692 | 51.604.740 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Recanalización Canelón Grande                             |                                      |            | 51.604.740 | 51.604.740 | 51.604.740 | 51.604.740 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Acondicionamiento AACC                                    |                                      | 2.593.233  | 2.593.233  |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Cambio de manto de filtros                                |                                      | 2.000.000  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Equipos de monitoreo                                      |                                      |            | 3.500.000  |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Sala de Bombas                                            |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Ampliación aductoras                                      |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Valor residual                                            |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Línea de base                                             | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000  | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667   | 1.000.000    | -148.712.946 |
| Total Proyecto                                            | 16.000.000                           | 31.374.924 | 80.546.331 | 77.953.099 | 75.453.099 | 52.604.740 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 56.979.875 | 48.279.875 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000  | 1.000.000 | 15.000.000 | 13.500.000 | 13.066.667 | 12.066.667 | 9.566.667   | 1.000.000    | -187.448.946 |
|                                                           |                                      |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |            |            |            |             |              |              |
| Proyecto menos línea de base                              | 0                                    | 18.874.924 | 71.979.664 | 65.886.432 | 65.886.432 | 51.604.740 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 55.979.875 | 47.279.875 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 0         | 2.000.000  | 3.500.000  | 0          | 0          | 0           | -148.712.946 |              |

Alternativa 1.2 - Presa en Casupá, Recanalización de Canelón Grande, Conducciones Paso Severino - Aguas Corrientes

EVALUACION ECONOMICA

En dólares del año 2012 a precios de eficiencia.

|                                                          | 2014       | 2015        | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029        | 2030        | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044       | 2045         |              |
|----------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| Inversiones y costos Línea de base                       | 46.160.892 | 43.658.581  | 40.038.438  | 43.158.139  | 41.499.007  | 34.775.155  | 35.004.626 | 35.235.796 | 37.353.922 | 35.703.280 | 35.939.621 | 36.177.711 | 36.417.565 | 38.544.441 | 36.902.615 | 37.967.511  | 37.394.880  | 37.643.753 | 39.779.716 | 38.147.047 | 38.401.497 | 38.657.834 | 38.916.074 | 41.061.476 | 39.438.317 | 51.989.726 | 48.922.933 | 47.187.951 | 49.343.156 | 47.729.874 | 41.871.893 | 16.282.840   |              |
| Aguas Corrientes                                         |            |             |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 8.607.377  | 7.114.590   | 6.951.639   | 7.961.639   | 7.961.639   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 9.617.377  | 6.284.590  | 7.961.639  | 7.961.639  | 7.961.639  | 1.010.000  | -17.135.705  |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.049.247 | 32.859.367  | 33.082.147  | 33.306.574  | 33.532.661  | 33.760.419  | 33.989.863 | 34.221.003 | 34.453.855 | 34.688.430 | 34.924.741 | 35.162.802 | 35.402.626 | 35.644.226 | 35.887.616 | 36.132.810  | 36.379.820  | 36.628.662 | 36.879.349 | 37.131.895 | 37.386.313 | 37.642.619 | 37.900.827 | 38.160.951 | 38.423.006 | 38.687.006 | 38.952.966 | 39.220.902 | 39.490.828 | 39.762.760 | 40.036.712 | 40.312.700   |              |
| Paso Severino                                            |            |             |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 4.499.672  | 3.680.000   | 0           | 1.885.246   | 0           | 0           | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672     | 0           | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 3.680.000  | 3.680.000  | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672    | -6.899.698   |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 4.596      | 4.623       | 4.651       | 4.679       | 4.707       | 4.735       | 4.764      | 4.793      | 4.821      | 4.850      | 4.880      | 4.909      | 4.939      | 4.969      | 4.999      | 5.029       | 5.060       | 5.090      | 5.121      | 5.152      | 5.184      | 5.215      | 5.247      | 5.279      | 5.311      | 5.344      | 5.376      | 5.409      | 5.442      | 5.475      | 5.509      | 5.543        |              |
| Total Línea de Base                                      |            |             |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 13.107.049 | 10.794.590  | 6.951.639   | 9.846.885   | 7.961.639   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.829.672   | 1.010.000   | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 13.297.377 | 9.964.590  | 7.961.639  | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672    | -24.035.403  |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843 | 32.863.991  | 33.086.798  | 33.311.253  | 33.537.368  | 33.765.155  | 33.994.626 | 34.225.796 | 34.458.676 | 34.693.280 | 34.929.621 | 35.167.711 | 35.407.565 | 35.649.195 | 35.892.615 | 36.137.839  | 36.384.880  | 36.633.753 | 36.884.470 | 37.137.047 | 37.391.497 | 37.647.834 | 37.906.074 | 38.166.230 | 38.428.317 | 38.692.349 | 38.958.343 | 39.226.311 | 39.496.270 | 39.768.235 | 40.042.221 | 40.318.243   |              |
| Inversiones y costos Proyecto                            | 47.080.892 | 63.538.324  | 99.833.395  | 97.583.467  | 95.924.336  | 77.612.730  | 39.041.601 | 39.286.081 | 41.417.608 | 39.780.459 | 40.030.386 | 40.282.155 | 40.535.782 | 42.676.526 | 41.048.663 | 87.639.155  | 80.591.335  | 41.832.266 | 43.982.579 | 42.364.359 | 42.633.356 | 42.904.341 | 43.177.329 | 45.337.580 | 43.729.372 | 57.215.835 | 55.084.198 | 54.364.641 | 53.695.048 | 52.097.238 | 46.254.834 | -135.090.333 |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 14.027.049 | 29.094.557  | 65.166.820  | 62.692.438  | 60.807.192  | 39.925.050  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 47.341.210  | 40.032.194  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 14.217.377 | 11.804.590 | 10.801.803 | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672    | -179.807.201 |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843 | 34.443.767  | 34.666.574  | 34.891.029  | 35.117.144  | 37.687.681  | 38.031.601 | 38.276.081 | 38.522.362 | 38.770.459 | 39.020.386 | 39.272.155 | 39.525.782 | 39.781.280 | 40.038.663 | 40.297.945  | 40.559.141  | 40.822.266 | 41.087.333 | 41.354.359 | 41.623.356 | 41.894.341 | 42.167.329 | 42.442.334 | 42.719.372 | 42.998.458 | 43.279.608 | 43.562.838 | 43.848.163 | 44.135.599 | 44.425.162 | 44.716.869   |              |
| Inversiones y costos diferenciales                       | 920.000    | 19.879.743  | 59.794.957  | 54.425.329  | 54.425.329  | 42.837.576  | 4.036.975  | 4.050.285  | 4.063.686  | 4.077.179  | 4.090.765  | 4.104.444  | 4.118.217  | 4.132.085  | 4.146.048  | 49.671.644  | 43.196.455  | 4.188.513  | 4.202.863  | 4.217.312  | 4.231.859  | 4.246.507  | 4.261.255  | 4.276.104  | 4.291.055  | 5.226.109  | 6.161.266  | 7.176.691  | 4.351.893  | 4.367.364  | 4.382.941  | -151.373.172 |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 920.000    | 18.299.967  | 58.215.181  | 52.845.553  | 52.845.553  | 38.915.050  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 45.511.538  | 39.022.194  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 920.000    | 1.840.000  | 2.840.164  | 0          | 0          | 0          | -155.771.798 |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 0          | 1.579.776   | 1.579.776   | 1.579.776   | 1.579.776   | 3.922.526   | 4.036.975  | 4.050.285  | 4.063.686  | 4.077.179  | 4.090.765  | 4.104.444  | 4.118.217  | 4.132.085  | 4.146.048  | 4.160.106   | 4.174.261   | 4.188.513  | 4.202.863  | 4.217.312  | 4.231.859  | 4.246.507  | 4.261.255  | 4.276.104  | 4.291.055  | 4.306.109  | 4.321.266  | 4.336.527  | 4.351.893  | 4.367.364  | 4.382.941  | 4.398.625    |              |
| Beneficios                                               | 0          | 0           | 11.435.442  | 28.088.703  | 26.176.059  | 27.498.435  | 28.850.522 | 30.273.270 | 31.722.081 | 33.208.246 | 34.727.312 | 36.280.107 | 6.915.761  | 11.025.333 | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 18.290.460 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |              |
| DaP por la calidad del agua de beber                     |            |             | 11.435.442  | 23.573.450  | 24.297.597  | 25.043.989  | 25.813.310 | 26.606.262 | 27.423.574 | 28.265.992 | 29.134.288 | 30.029.258 |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Ahorro de reducción consumo por sequía                   |            |             |             | 3.211.274   |             |             |            |            |            |            |            |            |            | 3.438.589  |            |             |             |            |            |            |            |            |            | 3.681.994  |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Ahorro de reducción consumo por déficit                  |            |             |             | 1.303.978   | 1.878.462   | 2.454.445   | 3.037.212  | 3.667.007  | 4.298.507  | 4.942.254  | 5.593.024  | 6.250.849  | 6.915.761  | 7.586.745  | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 14.608.466 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |              |
| Beneficios netos                                         | -920.000   | -19.879.743 | -48.359.515 | -26.336.626 | -28.249.270 | -15.339.141 | 24.813.547 | 26.222.985 | 27.658.395 | 29.131.067 | 30.636.547 | 32.175.662 | 2.797.544  | 6.893.248  | 4.121.463  | -40.802.369 | -33.628.317 | 6.091.008  | 6.769.051  | 7.460.423  | 8.158.205  | 8.863.285  | 9.580.962  | 14.014.356 | 11.091.206 | 10.916.432 | 10.754.426 | 10.519.813 | 14.138.388 | 14.924.451 | 15.718.216 | 172.297.837  |              |
| Valor Actual Neto Económico en US\$ del año 2012         |            |             |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Costo de oportunidad = 5% anual                          | 46.666.164 |             |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Tasa Interna de Retorno Económico en % equivalente anual | 7,8%       |             |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |

Alternativa 2.1 - Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado, Bocas de Cufre

INVERSIONES

| Línea de base                                             | 2014                                 | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029       | 2030       | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043      | 2044      | 2045         |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
|                                                           | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Aguas Corrientes                                          |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Nueva Toma                                                | 5.000.000                            | 5.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 5.000.000  | 5.000.000  |            |            |           |           |              |              |
| Tratamiento de lodos                                      |                                      |            | 7.066.667   | 7.066.667   | 7.066.667   |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667 |           |              |              |
| Instalaciones para dióxido de cloro                       | 3.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 3.000.000  |            |            |           |           |              |              |
| Mejora instalaciones carbón activado                      | 2.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 2.000.000  |            |            |           |           |              |              |
| Acondicionamiento Presa AACC                              |                                      | 2.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Rehabilitación de filtros                                 |                                      | 1.500.000  | 1.500.000   | 1.500.000   | 1.500.000   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000    |              |
| Inversión de reposición                                   |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 |           |              |              |
| Valor residual                                            |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           | -32.816.000  |              |
| Sub-Total Aguas Corrientes                                | 10.000.000                           | 8.500.000  | 8.566.667   | 9.566.667   | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 11.000.000 | 7.500.000  | 9.566.667  | 9.566.667  | 9.566.667 | 1.000.000 | -31.816.000  |              |
| Paso Severino                                             |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Reparación deslizamiento terraplenes                      |                                      |            |             | 2.500.000   |             |             |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |            |            |           | 2.500.000 |           |           |           |           |           | 2.500.000 |            |            |            | 2.500.000  |           |           |              |              |
| Estudio de rehabilitación y aumento de cota Paso Severino | 1.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Obra vertedero de excedencias                             | 4.000.000                            | 4.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 4.000.000  | 4.000.000  |            |            |           |           |              | -6.920.000   |
| Valor residual                                            |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Sub-Total Aguas Paso severino                             | 5.000.000                            | 4.000.000  | 0           | 2.500.000   | 0           | 0           | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0          | 0          | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 4.000.000  | 4.000.000  | 0          | 2.500.000  | 0         | 0         | -6.920.000   |              |
| Acondicionamiento de Presa Canelón Grande                 | 1.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Total Línea de base                                       | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -38.736.000  |              |
|                                                           |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Proyecto                                                  |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
|                                                           | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Bocas de Cufre - Bombeo y entubado                        |                                      |            | 109.725.000 | 109.725.000 | 109.725.000 | 109.725.000 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Recanalización Canelón Grande                             |                                      | 2.593.233  | 2.593.233   |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Presa El Soldado                                          |                                      |            | 10.620.258  | 10.620.258  | 10.620.258  |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Acondicionamiento de AACC                                 |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 8.700.000  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Equipos de monitoreo                                      |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Sala de Bombas                                            |                                      |            | 3.500.000   |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            | 3.500.000  |           |           |              |              |
| Ampliación aductoras                                      |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 7.279.875  | 7.279.875  |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Cambio de manto de filtros                                |                                      | 2.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 40.000.000 | 40.000.000 |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Valor residual                                            |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 2.000.000  |            |            |           |           |              | -232.906.411 |
| Línea de base                                             | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -38.736.000  |              |
| Total Proyecto                                            | 16.000.000                           | 17.093.233 | 135.005.158 | 132.411.925 | 129.911.925 | 110.725.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 56.979.875 | 48.279.875 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 13.500.000 | 13.066.667 | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -271.642.411 |              |
|                                                           |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |              |
| Proyecto menos línea de base                              | 0                                    | 4.593.233  | 126.438.491 | 120.345.258 | 120.345.258 | 109.725.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 55.979.875 | 47.279.875 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 2.000.000  | 3.500.000  | 0          | 0         | 0         | 0            | -232.906.411 |



Alternativa 2.1 - Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado, Bocas de Cufre

EVALUACION ECONOMICA

En dólares del año 2012 a precios de eficiencia.

|                                                          | 2014         | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029        | 2030        | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044       | 2045         |             |
|----------------------------------------------------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|
| Inversiones y costos Línea de base                       | 46.160.892   | 43.658.581 | 40.038.438  | 43.158.139  | 41.499.007  | 34.775.155  | 35.004.626 | 35.235.796 | 37.353.922 | 35.703.280 | 35.939.621 | 36.177.711 | 36.417.565 | 38.544.441 | 36.902.615 | 37.967.511  | 37.394.880  | 37.643.753 | 39.779.716 | 38.147.047 | 38.401.497 | 38.657.834 | 38.916.074 | 41.061.476 | 39.438.317 | 51.989.726 | 48.922.933 | 47.187.951 | 49.343.156 | 47.729.874 | 41.871.893 | 16.282.840   |             |
| Aguas Corrientes                                         |              |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |             |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 8.607.377    | 7.114.590  | 6.951.639   | 7.961.639   | 7.961.639   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 9.617.377  | 6.284.590  | 7.961.639  | 7.961.639  | 7.961.639  | 1.010.000  | -17.135.705  |             |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.049.247   | 32.859.367 | 33.082.147  | 33.306.574  | 33.532.661  | 33.760.419  | 33.989.863 | 34.221.003 | 34.453.855 | 34.688.430 | 34.924.741 | 35.162.802 | 35.402.626 | 35.644.226 | 35.887.616 | 36.132.810  | 36.379.820  | 36.628.662 | 36.879.349 | 37.131.895 | 37.386.313 | 37.642.619 | 37.900.827 | 38.160.951 | 38.423.006 | 38.687.006 | 38.952.966 | 39.220.902 | 39.490.828 | 39.762.760 | 40.036.712 | 40.312.700   |             |
| Paso Severino                                            |              |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |             |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 4.499.672    | 3.680.000  | 0           | 1.885.246   | 0           | 0           | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672     | 0           | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 3.680.000  | 3.680.000  | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672    | -6.899.698   |             |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 4.596        | 4.623      | 4.651       | 4.679       | 4.707       | 4.735       | 4.764      | 4.793      | 4.821      | 4.850      | 4.880      | 4.909      | 4.939      | 4.969      | 4.999      | 5.029       | 5.060       | 5.090      | 5.121      | 5.152      | 5.184      | 5.215      | 5.247      | 5.279      | 5.311      | 5.344      | 5.376      | 5.409      | 5.442      | 5.475      | 5.509      | 5.543        |             |
| Total Línea de Base                                      |              |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |             |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 13.107.049   | 10.794.590 | 6.951.639   | 9.846.885   | 7.961.639   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.829.672   | 1.010.000   | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 13.297.377 | 9.964.590  | 7.961.639  | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672    | -24.035.403 |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843   | 32.863.991 | 33.086.798  | 33.311.253  | 33.537.368  | 33.765.155  | 33.994.626 | 34.225.796 | 34.458.676 | 34.693.280 | 34.929.621 | 35.167.711 | 35.407.565 | 35.649.195 | 35.892.615 | 36.137.839  | 36.384.880  | 36.633.753 | 36.884.470 | 37.137.047 | 37.391.497 | 37.647.834 | 37.906.074 | 38.166.230 | 38.428.317 | 38.692.349 | 38.958.343 | 39.226.311 | 39.496.270 | 39.768.235 | 40.042.221 | 40.318.243   |             |
| Inversiones y costos Proyecto                            | 47.080.892   | 48.379.107 | 137.092.136 | 134.842.208 | 133.183.077 | #####       | 42.149.596 | 42.394.075 | 44.525.603 | 42.888.454 | 43.138.380 | 43.390.150 | 43.643.776 | 45.784.520 | 44.156.657 | 90.747.150  | 83.699.329  | 44.940.260 | 47.090.574 | 45.472.353 | 45.741.351 | 46.012.336 | 46.285.323 | 48.445.574 | 46.837.366 | 60.323.830 | 58.192.193 | 57.472.636 | 56.803.043 | 55.205.233 | 49.362.829 | -158.018.981 |             |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 14.027.049   | 15.164.055 | 103.654.276 | 101.179.894 | 99.294.648  | 83.753.443  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 47.341.210  | 40.032.194  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 14.217.377 | 11.804.590 | 10.801.803 | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672  | -205.843.844 |             |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843   | 33.215.052 | 33.437.860  | 33.662.315  | 33.888.429  | 40.795.675  | 41.139.596 | 41.384.075 | 41.630.357 | 41.878.454 | 42.128.380 | 42.380.150 | 42.633.776 | 42.889.274 | 43.146.657 | 43.405.940  | 43.667.136  | 43.930.260 | 44.195.328 | 44.462.353 | 44.731.351 | 45.002.336 | 45.275.323 | 45.550.328 | 45.827.366 | 46.106.453 | 46.387.603 | 46.670.832 | 46.956.157 | 47.243.593 | 47.533.157 | 47.824.863   |             |
| Inversiones y costos diferenciales                       | 920.000      | 4.720.526  | 97.053.698  | 91.684.070  | 91.684.070  | 89.773.963  | 7.144.969  | 7.158.279  | 7.171.681  | 7.185.174  | 7.198.760  | 7.212.439  | 7.226.212  | 7.240.079  | 7.254.042  | 52.779.639  | 46.304.449  | 7.296.508  | 7.310.858  | 7.325.306  | 7.339.854  | 7.354.501  | 7.369.249  | 7.384.098  | 7.399.050  | 8.334.103  | 9.269.260  | 10.284.685 | 7.459.887  | 7.475.358  | 7.490.936  | -174.301.821 |             |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 920.000      | 4.369.465  | 96.702.637  | 91.333.009  | 91.333.009  | 82.743.443  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 45.511.538  | 39.022.194  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 920.000    | 1.840.000  | 2.840.164  | 0          | 0          | 0          | -181.808.441 |             |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 0            | 351.061    | 351.061     | 351.061     | 351.061     | 7.030.520   | 7.144.969  | 7.158.279  | 7.171.681  | 7.185.174  | 7.198.760  | 7.212.439  | 7.226.212  | 7.240.079  | 7.254.042  | 7.268.101   | 7.282.256   | 7.296.508  | 7.310.858  | 7.325.306  | 7.339.854  | 7.354.501  | 7.369.249  | 7.384.098  | 7.399.050  | 7.414.103  | 7.429.260  | 7.444.521  | 7.459.887  | 7.475.358  | 7.490.936  | 7.506.620    |             |
| Beneficios                                               | 0            | 0          | 11.435.442  | 28.088.703  | 26.176.059  | 27.498.435  | 28.850.522 | 30.273.270 | 31.722.081 | 33.208.246 | 34.727.312 | 36.280.107 | 6.915.761  | 11.025.333 | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 18.290.460 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |             |
| DaP por la calidad del agua de beber                     |              |            | 11.435.442  | 23.573.450  | 24.297.597  | 25.043.989  | 25.813.310 | 26.606.262 | 27.423.574 | 28.265.992 | 29.134.288 | 30.029.258 |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |             |
| Ahorro de reducción consumo por sequía                   |              |            |             | 3.211.274   |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            | 3.438.589  |             |             |            |            |            |            |            |            | 3.681.994  |            |            |            |            |            |            |            |              |             |
| Ahorro de reducción consumo por déficit                  |              |            |             | 1.303.978   | 1.878.462   | 2.454.445   | 3.037.212  | 3.667.007  | 4.298.507  | 4.942.254  | 5.593.024  | 6.250.849  | 6.915.761  | 7.586.745  | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 14.608.466 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |             |
| Beneficios netos                                         | -920.000     | -4.720.526 | -85.618.256 | -63.595.367 | -65.508.011 | -62.275.528 | 21.705.553 | 23.114.990 | 24.550.400 | 26.023.073 | 27.528.553 | 29.067.668 | -310.451   | 3.785.254  | 1.013.469  | -43.910.363 | -36.736.311 | 2.983.013  | 3.661.057  | 4.352.428  | 5.050.210  | 5.755.291  | 6.472.968  | 10.906.361 | 7.983.212  | 7.808.438  | 7.646.431  | 7.411.818  | 11.030.393 | 11.816.457 | 12.610.221 | 195.226.485  |             |
| Valor Actual Neto Económico en US\$ del año 2012         |              |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |             |
| Costo de oportunidad = 5% anual                          | -101.574.469 |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |             |
| Tasa Interna de Retorno Económico en % equivalente anual | #NUM!        |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |             |



| Alternativa 2.2 - Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado, Bocas de Cufre y Planta Oeste |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------|--|
| INVERSIONES                                                                                          |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Línea de base                                                                                        |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
|                                                                                                      | 2014                                 | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029      | 2030      | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043      | 2044      | 2045         |  |
|                                                                                                      | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Aguas Corrientes                                                                                     |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Nueva Toma                                                                                           | 5.000.000                            | 5.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 5.000.000  | 5.000.000  |            |            |           |           |              |  |
| Tratamiento de lodos                                                                                 |                                      |            | 7.066.667   | 7.066.667   | 7.066.667   |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667 |           |              |  |
| Instalaciones para dióxido de cloro                                                                  | 3.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 3.000.000  |            |            |            |           |           |              |  |
| Mejora instalaciones carbón activado                                                                 | 2.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 2.000.000  |            |            |            |           |           |              |  |
| Rehabilitación de filtros                                                                            |                                      | 1.500.000  | 1.500.000   | 1.500.000   | 1.500.000   |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000 |           |              |  |
| Acondicionamiento Presa AACC                                                                         |                                      | 2.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000 | 1.500.000 |              |  |
| Inversión de reposición                                                                              |                                      |            |             | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 |              |  |
| Valor residual                                                                                       |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           | -32.816.000  |  |
| Sub-Total Aguas Corrientes                                                                           | 10.000.000                           | 8.500.000  | 8.566.667   | 9.566.667   | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 11.000.000 | 7.500.000  | 9.566.667  | 9.566.667  | 9.566.667 | 1.000.000 | -31.816.000  |  |
| Paso Severino                                                                                        |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Reparación deslizamiento terraplenes                                                                 |                                      |            |             | 2.500.000   |             |             |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           |           |           |            |            |            | 2.500.000  |           |           |              |  |
| Estudio de rehabilitación y aumento de cota Paso Severino                                            | 1.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Obra vertedero de excedencias                                                                        | 4.000.000                            | 4.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Valor residual                                                                                       |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 4.000.000  | 4.000.000  |            |           |           | -7.680.000   |  |
| Sub-Total Aguas Paso severino                                                                        | 5.000.000                            | 4.000.000  | 0           | 2.500.000   | 0           | 0           | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 4.000.000  | 4.000.000  | 0          | 2.500.000  | 0         | 0         | -7.680.000   |  |
| Acondicionamiento Presa Canelón Grande                                                               | 1.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 1.000.000  |            |            |           |           |              |  |
| Total Línea de base                                                                                  | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 16.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -39.496.000  |  |
| Proyecto                                                                                             |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
|                                                                                                      | 2014                                 | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029      | 2030      | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043      | 2044      | 2045         |  |
|                                                                                                      | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Bocas de Cufre - Bombeo, entubado y Planta                                                           |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Recanalización Canelón Grande                                                                        |                                      | 2.593.233  | 2.593.233   | 152.982.500 | 152.982.500 | 152.982.500 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Equipos de monitoreo                                                                                 |                                      |            | 3.500.000   |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            | 3.500.000  |            |           |           |              |  |
| Presa El Soldado                                                                                     |                                      |            | 10.620.258  | 10.620.258  | 10.620.258  |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |  |
| Valor residual                                                                                       |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           | -220.384.876 |  |
| Línea de base                                                                                        | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 16.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -39.496.000  |  |
| Total Proyecto                                                                                       | 16.000.000                           | 15.093.233 | 178.262.658 | 175.669.425 | 173.169.425 | 153.982.500 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 16.000.000 | 11.500.000 | 13.066.667 | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -259.880.876 |  |
| Proyecto menos línea de base                                                                         | 0                                    | 2.593.233  | 169.695.991 | 163.602.758 | 163.602.758 | 152.982.500 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 0          | 3.500.000  | 0          | 0         | 0         | -220.384.876 |  |

Alternativa 2.2 - Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado, Bocas de Cufré y Planta Oeste

EVALUACION ECONOMICA

En dólares del año 2012 a precios de eficiencia.

|                                                          | 2014       | 2015         | 2016         | 2017        | 2018        | 2019        | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029       | 2030       | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044       | 2045         |              |
|----------------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| Inversiones y costos Línea de base                       | 46.160.892 | 42.441.368   | 40.038.438   | 43.158.139  | 41.499.007  | 35.992.368  | 35.004.626 | 35.235.796 | 37.353.922 | 35.703.280 | 35.939.621 | 36.177.711 | 36.417.565 | 38.544.441 | 36.902.615 | 37.967.511 | 37.394.880 | 37.643.753 | 39.779.716 | 38.147.047 | 38.401.497 | 38.657.834 | 38.916.074 | 41.061.476 | 39.438.317 | 51.989.720 | 47.705.720 | 47.187.951 | 49.343.156 | 47.729.874 | 43.089.106 | 7.327.397    |              |
| Aguas Corrientes                                         |            |              |              |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 8.607.377  | 5.897.377    | 6.951.639    | 7.961.639   | 7.961.639   | 2.227.213   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 9.617.377  | 5.067.377  | 7.961.639  | 7.961.639  | 7.961.639  | 2.227.213  | -26.091.148  |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.049.247 | 32.859.367   | 33.082.147   | 33.306.574  | 33.532.661  | 33.760.419  | 33.989.863 | 34.221.003 | 34.453.855 | 34.688.430 | 34.924.741 | 35.162.802 | 35.402.626 | 35.644.226 | 35.887.616 | 36.132.810 | 36.379.820 | 36.628.662 | 36.879.349 | 37.131.895 | 37.386.313 | 37.642.619 | 37.900.827 | 38.160.951 | 38.423.006 | 38.687.006 | 38.952.966 | 39.220.902 | 39.490.828 | 39.762.760 | 40.036.712 | 40.312.700   |              |
| Paso Severino                                            |            |              |              |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 4.499.672  | 3.680.000    | 0            | 1.885.246   | 0           | 0           | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672    | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 3.680.000  | 3.680.000  | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672    | -6.899.698   |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 4.596      | 4.623        | 4.651        | 4.679       | 4.707       | 4.735       | 4.764      | 4.793      | 4.821      | 4.850      | 4.880      | 4.909      | 4.939      | 4.969      | 4.999      | 5.029      | 5.060      | 5.090      | 5.121      | 5.152      | 5.184      | 5.215      | 5.247      | 5.279      | 5.311      | 5.344      | 5.376      | 5.409      | 5.442      | 5.475      | 5.509      | 5.543        |              |
| Total Línea de Base                                      |            |              |              |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 13.107.043 | 9.577.377    | 6.951.639    | 9.846.885   | 7.961.639   | 2.227.213   | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.829.672  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 13.297.377 | 8.747.377  | 7.961.639  | 9.846.885  | 7.961.639  | 3.046.885  | -            |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843 | 32.863.991   | 33.086.798   | 33.311.253  | 33.537.368  | 33.765.155  | 33.994.623 | 34.225.795 | 34.458.675 | 34.693.280 | 34.929.621 | 35.167.711 | 35.407.565 | 35.649.195 | 35.892.615 | 36.137.833 | 36.384.880 | 36.633.753 | 36.884.470 | 37.137.047 | 37.391.497 | 37.647.834 | 37.906.074 | 38.166.230 | 38.428.317 | 38.692.349 | 38.958.343 | 39.226.311 | 39.496.270 | 39.768.235 | 40.042.221 | 40.318.246   |              |
| Inversiones y costos Proyecto                            | 47.080.892 | 45.321.894   | 169.712.546  | 167.462.618 | 165.803.487 | 158.448.355 | 42.153.985 | 42.391.810 | 44.516.636 | 42.872.741 | 43.115.875 | 43.360.804 | 43.607.545 | 45.741.354 | 44.106.510 | 45.178.435 | 44.612.882 | 44.868.881 | 47.012.019 | 45.386.574 | 45.648.298 | 45.911.959 | 46.177.573 | 48.330.399 | 46.714.716 | 60.193.652 | 54.997.224 | 57.327.249 | 56.649.973 | 55.044.428 | 50.411.443 | -152.905.456 |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 14.027.043 | 12.106.842   | 136.274.686  | 133.800.304 | 131.915.058 | 117.591.066 | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.829.672  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 14.217.377 | 8.747.377  | 10.801.803 | 9.846.885  | 7.961.639  | 3.046.885  | -200.553.883 |              |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 33.053.843 | 33.215.052   | 33.437.860   | 33.662.315  | 33.888.429  | 40.857.289  | 41.143.985 | 41.381.810 | 41.621.391 | 41.862.741 | 42.105.875 | 42.350.804 | 42.597.545 | 42.846.109 | 43.096.510 | 43.348.763 | 43.602.882 | 43.858.881 | 44.116.773 | 44.376.574 | 44.638.298 | 44.901.959 | 45.167.573 | 45.435.153 | 45.704.716 | 45.976.275 | 46.249.847 | 46.525.445 | 46.803.083 | 47.082.783 | 47.364.563 | 47.648.427   |              |
| Inversiones y costos diferenciales                       | 920.000    | 2.880.526    | 129.674.103  | 124.304.480 | 124.304.480 | 122.455.987 | 7.149.359  | 7.156.014  | 7.162.714  | 7.169.461  | 7.176.254  | 7.183.094  | 7.189.980  | 7.196.914  | 7.203.895  | 7.210.924  | 7.218.002  | 7.225.128  | 7.232.303  | 7.239.527  | 7.246.801  | 7.254.125  | 7.261.499  | 7.268.923  | 7.276.399  | 8.203.926  | 7.291.504  | 10.139.299 | 7.306.818  | 7.314.553  | 7.322.342  | -160.232.853 |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                     | 920.000    | 2.529.465    | 129.323.047  | 123.953.413 | 123.953.413 | 115.363.852 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 920.000    | 0          | 2.840.164  | 0          | 0          | 0          | 0            | -167.563.037 |
| Costos de operación y mantenimiento                      | 0          | 351.061      | 351.061      | 351.061     | 351.061     | 7.092.134   | 7.149.359  | 7.156.014  | 7.162.714  | 7.169.461  | 7.176.254  | 7.183.094  | 7.189.980  | 7.196.914  | 7.203.895  | 7.210.924  | 7.218.002  | 7.225.128  | 7.232.303  | 7.239.527  | 7.246.801  | 7.254.125  | 7.261.499  | 7.268.923  | 7.276.399  | 7.283.926  | 7.291.504  | 7.299.135  | 7.306.818  | 7.314.553  | 7.322.342  | 7.330.184    |              |
| Beneficios                                               | 0          | 0            | 11.435.442   | 28.088.703  | 26.176.059  | 27.498.435  | 28.850.522 | 30.273.270 | 31.722.081 | 33.208.246 | 34.727.312 | 36.280.107 | 6.915.761  | 11.025.333 | 8.267.511  | 8.869.275  | 9.568.138  | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 18.290.460 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |              |
| DaP por la calidad del agua de beber                     |            |              | 11.435.442   | 23.573.450  | 24.297.597  | 25.043.989  | 25.813.310 | 26.606.262 | 27.423.574 | 28.265.992 | 29.134.283 | 30.029.253 |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Ahorro de reducción consumo por sequía                   |            |              |              | 3.211.274   |             |             |            |            |            |            |            |            |            | 3.438.589  |            |            |            |            |            |            |            |            |            | 3.681.994  |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Ahorro de reducción consumo por déficit                  |            |              |              | 1.303.973   | 1.878.462   | 2.454.445   | 3.037.212  | 3.667.007  | 4.298.507  | 4.942.254  | 5.593.024  | 6.250.849  | 6.915.761  | 7.586.745  | 8.267.511  | 8.869.275  | 9.568.133  | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 14.608.465 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |              |
| Beneficios netos                                         | -920.000   | -2.880.526   | -118.238.666 | -96.215.777 | -98.128.421 | -94.957.552 | 21.701.163 | 23.117.256 | 24.559.367 | 26.038.785 | 27.551.053 | 29.097.013 | -274.219   | 3.828.419  | 1.063.616  | 1.658.352  | 2.350.136  | 3.054.393  | 3.739.611  | 4.438.207  | 5.143.263  | 5.855.667  | 6.580.718  | 11.021.536 | 8.105.862  | 7.938.615  | 9.624.187  | 7.557.205  | 11.183.463 | 11.977.262 | 12.778.815 | 181.157.517  |              |
| Valor Actual Neto Económico en US\$ del año 2012         |            |              |              |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Costo de oportunidad = 5% anual                          |            | -172.161.734 |              |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| Tasa Interna de Retorno Económico en % equivalente anual |            |              |              |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |
| #iNUM!                                                   |            |              |              |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |

| Alternativa 2.3 - Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado, Planta Osmosis |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|--------------|
| INVERSIONES                                                                           |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Línea de base                                                                         |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
|                                                                                       | 2014                                 | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029      | 2030      | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044      | 2045         |              |
|                                                                                       | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Aguas Corrientes                                                                      |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Nueva Toma                                                                            | 5.000.000                            | 5.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 5.000.000  | 5.000.000  |            |            |            |           |              |              |
| Tratamiento de lodos                                                                  |                                      |            | 7.066.667   | 7.066.667   | 7.066.667   |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667  |            |           |              |              |
| Instalaciones para dióxido de cloro                                                   | 3.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 3.000.000  |            |            |            |            |           |              |              |
| Mejora instalaciones carbón activado                                                  | 2.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 2.000.000  |            |            |            |            |           |              |              |
| Acondicionamiento Presa AACC                                                          |                                      | 2.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Rehabilitación de filtros                                                             |                                      | 1.500.000  | 1.500.000   | 1.500.000   | 1.500.000   |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  |           | 1.000.000    |              |
| Inversión de reposición                                                               |                                      |            |             | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 |              |              |
| Valor residual                                                                        |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           | -32.816.000  |              |
| Sub-Total Aguas Corrientes                                                            | 10.000.000                           | 8.500.000  | 8.566.667   | 9.566.667   | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 11.000.000 | 7.500.000  | 9.566.667  | 9.566.667  | 9.566.667  | 1.000.000 | -31.816.000  |              |
| Paso Severino                                                                         |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Reparación deslizamiento terraplenes                                                  |                                      |            |             | 2.500.000   |             |             |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |            |            |            | 2.500.000  |            |           |              |              |
| Estudio de rehabilitación y aumento de cota Paso Severino                             | 1.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Obra vertedero de excedencias                                                         | 4.000.000                            | 4.000.000  |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 4.000.000  | 4.000.000  |            |            |           |              |              |
| Valor residual                                                                        |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           | -6.920.000   |              |
| Sub-Total Aguas Paso severino                                                         | 5.000.000                            | 4.000.000  | 0           | 2.500.000   | 0           | 0           | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 4.000.000  | 4.000.000  | 0          | 2.500.000  | 0          | 0         | -6.920.000   |              |
| Acondicionamiento de Presa Canelón Grande                                             | 1.000.000                            |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Total Línea de base                                                                   | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000  | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000    | -38.736.000  |
| Proyecto                                                                              |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
|                                                                                       | 2014                                 | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029      | 2030      | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044      | 2045         |              |
|                                                                                       | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Presa ósmosis y bombeo                                                                |                                      |            | 119.505.833 | 119.505.833 | 119.505.833 | 119.505.833 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Recanalización Canelón Grande                                                         |                                      | 2.099.559  | 2.099.559   |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Equipos de monitoreo                                                                  |                                      |            | 3.500.000   |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            | 3.500.000  |            |            |           |              |              |
| Presa El Soldado                                                                      |                                      |            | 10.620.253  | 10.620.253  | 10.620.253  |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           |              |              |
| Valor residual                                                                        |                                      |            |             |             |             |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |           | -175.790.863 |              |
| Línea de base                                                                         | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000   | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667  | 1.000.000 | -38.736.000  |              |
| Total Proyecto                                                                        | 16.000.000                           | 14.599.559 | 144.292.317 | 142.192.753 | 139.692.753 | 120.505.833 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 13.066.667 | 12.066.667 | 9.566.667  | 1.000.000 | 214.526.863  |              |
| Proyecto menos línea de base                                                          | 0                                    | 2.099.559  | 135.725.650 | 130.126.091 | 130.126.091 | 119.505.833 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 0          | 3.500.000  | 0          | 0          | 0         | 0            | -175.790.863 |

| Alternativa 2.3 - Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado, Presa Osmosis |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| EVALUACION ECONOMICA                                                                 |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| En dólares del año 2012 a precios de eficiencia.                                     |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
|                                                                                      | 2014       | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029       | 2030       | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044        | 2045         |
| Inversiones y costos Línea de base                                                   | 43.982.892 | 42.441.363 | 40.038.433  | 43.158.139  | 41.499.007  | 35.992.368  | 35.004.626 | 35.235.796 | 37.353.922 | 35.703.280 | 35.939.621 | 36.177.711 | 36.417.565 | 38.544.441 | 36.902.615 | 37.967.511 | 37.394.880 | 37.643.753 | 39.779.715 | 38.147.047 | 38.401.497 | 38.657.834 | 38.916.074 | 41.061.475 | 39.438.317 | 51.989.725 | 47.705.720 | 47.187.951 | 49.343.156 | 47.729.874 | 41.871.893  | 18.571.200   |
| Aguas Corrientes                                                                     |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                 | 8.607.377  | 5.897.377  | 6.951.639   | 7.961.639   | 7.961.639   | 2.227.213   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 9.617.377  | 5.067.377  | 7.961.639  | 7.961.639  | 1.010.000  | -14.847.340 |              |
| Costos de operación y mantenimiento                                                  | 30.871.247 | 32.859.367 | 33.082.147  | 33.306.574  | 33.532.661  | 33.760.419  | 33.989.863 | 34.221.003 | 34.453.855 | 34.688.430 | 34.924.741 | 35.162.802 | 35.402.625 | 35.644.225 | 35.887.615 | 36.132.810 | 36.379.820 | 36.628.662 | 36.879.349 | 37.131.895 | 37.386.313 | 37.642.613 | 37.900.827 | 38.160.951 | 38.423.005 | 38.687.005 | 38.952.965 | 39.220.902 | 39.490.823 | 39.762.760 | 40.036.712  | 40.312.700   |
| Paso Severino                                                                        |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                 | 4.499.672  | 3.680.000  | 0           | 1.885.246   | 0           | 0           | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672    | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 3.680.000  | 3.680.000  | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672     | -6.899.699   |
| Costos de operación y mantenimiento                                                  | 4.596      | 4.625      | 4.651       | 4.675       | 4.707       | 4.735       | 4.764      | 4.793      | 4.821      | 4.850      | 4.880      | 4.909      | 4.939      | 4.969      | 4.999      | 5.029      | 5.060      | 5.090      | 5.121      | 5.152      | 5.184      | 5.215      | 5.247      | 5.279      | 5.311      | 5.344      | 5.376      | 5.409      | 5.442      | 5.475      | 5.509       | 5.543        |
| Total Línea de Base                                                                  |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                 | 13.107.049 | 9.577.377  | 6.951.639   | 9.846.88    | 7.961.63    | 2.227.213   | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.24   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.24   | 1.010.000  | 1.829.672  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.245  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 13.297.37  | 8.747.377  | 7.961.639  | 9.846.883  | 7.961.63   | 1.829.672   | -21.747.040  |
| Costos de operación y mantenimiento                                                  | 30.875.843 | 32.863.991 | 33.086.793  | 33.311.253  | 34.537.363  | 33.765.155  | 33.994.626 | 34.225.796 | 34.458.675 | 34.693.28  | 34.929.621 | 35.167.711 | 35.407.565 | 36.649.195 | 35.892.615 | 36.137.839 | 36.384.880 | 36.633.75  | 36.884.470 | 37.137.047 | 37.391.497 | 37.647.834 | 37.906.074 | 38.166.230 | 38.428.317 | 38.692.34  | 38.958.343 | 39.226.311 | 39.496.270 | 39.768.235 | 40.042.22   | 40.318.240   |
| Inversiones y costos Proyecto                                                        | 44.902.892 | 44.840.360 | 143.986.312 | 142.217.918 | 140.558.787 | 141.256.483 | 50.206.814 | 50.444.639 | 52.569.465 | 50.925.570 | 51.168.703 | 51.413.633 | 51.660.373 | 53.794.183 | 52.159.339 | 53.231.264 | 52.665.711 | 52.921.709 | 55.064.843 | 53.439.403 | 53.701.127 | 53.964.783 | 54.230.402 | 56.383.223 | 54.767.545 | 68.246.481 | 63.050.053 | 65.380.073 | 64.702.802 | 63.097.257 | 57.247.064  | -99.890.965  |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                 | 14.027.049 | 11.625.303 | 110.548.452 | 108.555.604 | 106.670.358 | 92.346.365  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.245  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.24   | 1.010.000  | 1.829.672  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.245  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 14.217.37  | 8.747.377  | 10.801.803 | 9.846.883  | 7.961.63   | 1.829.672   | -155.592.211 |
| Costos de operación y mantenimiento                                                  | 30.875.843 | 33.215.052 | 33.437.860  | 33.662.315  | 33.888.429  | 48.910.118  | 49.196.814 | 49.434.639 | 49.674.219 | 49.915.570 | 50.158.703 | 50.403.633 | 50.650.373 | 56.898.937 | 51.149.339 | 51.401.592 | 51.655.711 | 51.911.709 | 52.169.602 | 52.429.403 | 52.691.127 | 52.954.783 | 53.220.402 | 53.487.982 | 53.757.545 | 54.029.104 | 54.302.675 | 54.578.275 | 54.855.917 | 55.135.617 | 55.417.392  | 55.701.252   |
| Inversiones y costos diferenciales                                                   | 920.000    | 2.398.992  | 103.947.871 | 99.059.780  | 99.059.780  | 105.264.115 | 15.202.188 | 15.208.843 | 15.215.543 | 15.222.290 | 15.229.083 | 15.235.922 | 15.242.809 | 15.249.743 | 15.256.724 | 15.263.753 | 15.270.831 | 15.277.957 | 15.285.132 | 15.292.356 | 15.299.630 | 15.306.954 | 15.314.323 | 15.321.752 | 15.329.228 | 16.256.755 | 15.344.333 | 18.192.123 | 15.359.646 | 15.367.382 | 15.375.171  | -118.462.161 |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                 | 920.000    | 2.047.932  | 103.596.813 | 98.708.718  | 98.708.718  | 90.119.152  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 920.000    | 0          | 2.840.164  | 0          | 0          | 0           | -133.845.177 |
| Costos de operación y mantenimiento                                                  | 0          | 351.061    | 351.061     | 351.061     | 351.061     | 15.144.963  | 15.202.188 | 15.208.843 | 15.215.543 | 15.222.290 | 15.229.083 | 15.235.922 | 15.242.809 | 15.249.743 | 15.256.724 | 15.263.753 | 15.270.831 | 15.277.957 | 15.285.132 | 15.292.356 | 15.299.630 | 15.306.954 | 15.314.323 | 15.321.752 | 15.329.228 | 15.336.755 | 15.344.333 | 15.351.964 | 15.359.646 | 15.367.382 | 15.375.171  | 15.383.011   |
| Beneficios                                                                           | 0          | 0          | 11.435.442  | 28.088.703  | 26.176.059  | 27.498.435  | 28.850.522 | 30.273.270 | 31.722.081 | 33.208.246 | 34.727.312 | 36.280.107 | 6.915.761  | 11.025.333 | 8.267.511  | 8.869.275  | 9.568.138  | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 18.290.460 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157  | 20.924.666   |
| DaP por la calidad del agua de beber                                                 |            |            | 11.435.442  | 23.573.450  | 24.297.597  | 25.043.989  | 25.813.310 | 26.606.262 | 27.423.574 | 28.265.992 | 29.134.283 | 30.029.253 |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Ahorro de reducción consumo por sequía                                               |            |            |             | 3.211.274   |             |             |            |            |            |            |            |            |            | 3.438.589  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Ahorro de reducción consumo por déficit                                              |            |            |             | 1.303.978   | 1.878.462   | 2.454.445   | 3.037.212  | 3.667.007  | 4.298.507  | 4.942.254  | 5.593.024  | 6.250.849  | 6.915.761  | 7.586.745  | 8.267.511  | 8.869.275  | 9.568.138  | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 14.608.465 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157  | 20.924.666   |
| Beneficios netos                                                                     | -920.000   | -2.398.992 | -92.512.432 | -70.971.077 | -72.883.721 | -77.765.681 | 13.648.334 | 15.064.427 | 16.506.538 | 17.985.957 | 19.498.230 | 21.044.184 | -8.327.048 | -4.224.410 | -6.989.213 | -6.394.478 | -5.702.693 | -4.998.436 | -4.313.217 | -3.614.621 | -2.909.566 | -2.197.161 | -1.472.111 | 2.968.707  | 53.033     | -114.214   | 1.571.358  | -495.624   | 3.130.634  | 3.924.433  | 4.725.986   | 139.386.822  |
| Valor Actual Neto Económico en US\$ del año 2012                                     |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Costo de oportunidad = 5% anual                                                      |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| Tasa Interna de Retorno Económico en % equivalente anual                             |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |
| #[DIV]#!                                                                             |            |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |

| Alternativa 3 - Presa de Rincón de Carballo, Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------|
| INVERSIONES                                                                                      |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Línea de base                                                                                    |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
|                                                                                                  | 2014                                 | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019       | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029       | 2030       | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043      | 2044      | 2045         |
|                                                                                                  | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Aguas Corrientes                                                                                 |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Nueva Toma                                                                                       | 5.000.000                            | 5.000.000  |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 5.000.000  | 5.000.000  |            |            |           |           |              |
| Tratamiento de lodos                                                                             |                                      |            | 7.066.667   | 7.066.667   | 7.066.667   |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            | 7.066.667  | 7.066.667  | 7.066.667 |           |              |
| Instalaciones para dióxido de cloro                                                              | 3.000.000                            |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Mejora instalaciones carbón activado                                                             | 2.000.000                            |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Acondicionamiento Presa AACC                                                                     |                                      | 2.000.000  |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Rehabilitación de filtros                                                                        |                                      | 1.500.000  | 1.500.000   | 1.500.000   | 1.500.000   |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000  | 1.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000    |
| Inversión de reposición                                                                          |                                      |            |             | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 |              |
| Valor residual                                                                                   |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           | -32.816.000  |
| Sub-Total Aguas Corrientes                                                                       | 10.000.000                           | 8.500.000  | 8.566.667   | 9.566.667   | 9.566.667   | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 11.000.000 | 7.500.000  | 9.566.667  | 9.566.667  | 9.566.667 | 1.000.000 | -31.816.000  |
| Paso Severino                                                                                    |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Reparación deslizamiento terraplenes                                                             |                                      |            |             | 2.500.000   |             |            |           |           | 2.500.000 |           |           |           |           | 2.500.000 |           |            |            |           | 2.500.000 |           |           |           |           |           | 2.500.000 |            |            |            | 2.500.000  |           |           |              |
| Estudio de rehabilitación y aumento de cota Paso Severino                                        | 1.000.000                            |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Obra vertedero de excedencias                                                                    | 4.000.000                            | 4.000.000  |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           | 4.000.000  | 4.000.000  |            |            |           |           |              |
| Valor residual                                                                                   |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           | -6.920.000   |
| Sub-Total Aguas Paso severino                                                                    | 5.000.000                            | 4.000.000  | 0           | 2.500.000   | 0           | 0          | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 0          | 0          | 0         | 2.500.000 | 0         | 0         | 0         | 0         | 2.500.000 | 0         | 4.000.000  | 4.000.000  | 0          | 2.500.000  | 0         | 0         | -6.920.000   |
| Acondicionamiento de Presa Canelón G                                                             | 1.000.000                            |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Total Línea de base                                                                              | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -38.736.000  |
| Proyecto                                                                                         |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
|                                                                                                  | 2014                                 | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019       | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028      | 2029       | 2030       | 2031      | 2032      | 2033      | 2034      | 2035      | 2036      | 2037      | 2038      | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043      | 2044      | 2045         |
|                                                                                                  | En US\$ de 2012 a precios de mercado |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Presa y Túnel Rincón de Carballo                                                                 |                                      |            | 80.278.927  | 80.278.927  | 80.278.927  | 80.278.927 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Recanalización Canelón Grande                                                                    |                                      | 2.593.233  | 2.593.233   |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Presa El Soldado                                                                                 |                                      |            | 10.620.258  | 10.620.258  | 10.620.258  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Acondicionamiento de AACC                                                                        |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 8.700.000  |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Equipos de monitoreo                                                                             |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Sala de Bombas                                                                                   |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Ampliación aductoras                                                                             |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 7.279.875  | 7.279.875  |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Cambio de manto de filtros                                                                       |                                      | 2.000.000  |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 40.000.000 | 40.000.000 |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |           |           |              |
| Valor residual                                                                                   |                                      |            |             |             |             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 2.000.000  |            |            |           |           | -189.709.492 |
| Línea de base                                                                                    | 16.000.000                           | 12.500.000 | 8.566.667   | 12.066.667  | 9.566.667   | 1.000.000  | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000  | 1.000.000  | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 11.500.000 | 9.566.667  | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -38.736.000  |
| Total Proyecto                                                                                   | 16.000.000                           | 17.093.233 | 105.559.085 | 102.965.852 | 100.465.852 | 81.278.927 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 56.979.875 | 48.279.875 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 3.500.000 | 1.000.000 | 15.000.000 | 13.500.000 | 13.066.667 | 12.066.667 | 9.566.667 | 1.000.000 | -228.445.492 |
| Proyecto menos línea de base                                                                     | 0                                    | 4.593.233  | 96.992.418  | 90.899.185  | 90.899.185  | 80.278.927 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 55.979.875 | 47.279.875 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 2.000.000  | 3.500.000  | 0          | 0         | 0         | -189.709.492 |



| Alternativa 3 - Presa de Rincón de Carballo, Recanalización de Canelón Grande, Presa del Soldado |             |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| EVALUACION ECONOMICA                                                                             |             |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
| En dólares del año 2012 a precios de eficiencia.                                                 |             |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
|                                                                                                  | 2014        | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2025       | 2026       | 2027       | 2028       | 2029        | 2030        | 2031       | 2032       | 2033       | 2034       | 2035       | 2036       | 2037       | 2038       | 2039       | 2040       | 2041       | 2042       | 2043       | 2044       | 2045         |
| Inversiones y costos Línea de base                                                               | 46.160.892  | 43.658.581 | 40.038.438  | 43.158.139  | 41.499.007  | 34.775.155  | 35.004.626 | 35.235.796 | 37.353.922 | 35.703.280 | 35.939.621 | 36.177.711 | 36.417.565 | 38.544.441 | 36.902.615 | 37.967.511  | 37.394.880  | 37.643.753 | 39.779.716 | 38.147.047 | 38.401.497 | 38.657.834 | 38.916.074 | 41.061.476 | 39.438.317 | 51.989.726 | 48.922.933 | 47.187.951 | 49.343.156 | 47.729.874 | 41.871.893 | 16.282.840   |
| Aguas Corrientes                                                                                 |             |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                             | 8.607.377   | 7.114.590  | 6.951.639   | 7.961.639   | 7.961.639   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 9.617.377  | 6.284.590  | 7.961.639  | 7.961.639  | 7.961.639  | 1.010.000  | -17.135.705  |
| Costos de operación y mantenimiento                                                              | 33.049.247  | 32.859.367 | 33.082.147  | 33.306.574  | 33.532.661  | 33.760.419  | 33.989.863 | 34.221.003 | 34.453.855 | 34.688.430 | 34.924.741 | 35.162.802 | 35.402.626 | 35.644.226 | 35.887.616 | 36.132.810  | 36.379.820  | 36.628.662 | 36.879.349 | 37.131.895 | 37.386.313 | 37.642.619 | 37.900.827 | 38.160.951 | 38.423.006 | 38.687.006 | 38.952.966 | 39.220.902 | 39.490.828 | 39.762.760 | 40.036.712 | 40.312.700   |
| Paso Severino                                                                                    |             |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                             | 4.499.672   | 3.680.000  | 0           | 1.885.246   | 0           | 0           | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672     | 0           | 0          | 1.885.246  | 0          | 0          | 0          | 0          | 1.885.246  | 0          | 3.680.000  | 3.680.000  | 0          | 1.885.246  | 0          | 819.672    | -6.899.698   |
| Costos de operación y mantenimiento                                                              | 4.596       | 4.623      | 4.651       | 4.679       | 4.707       | 4.735       | 4.764      | 4.793      | 4.821      | 4.850      | 4.880      | 4.909      | 4.939      | 4.969      | 4.999      | 5.029       | 5.060       | 5.090      | 5.121      | 5.152      | 5.184      | 5.215      | 5.247      | 5.279      | 5.311      | 5.344      | 5.376      | 5.409      | 5.442      | 5.475      | 5.509      | 5.543        |
| Total Línea de Base                                                                              |             |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                             | 13.107.049  | 10.794.590 | 6.951.639   | 9.846.885   | 7.961.639   | 1.010.000   | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.829.672   | 1.010.000   | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 13.297.377 | 9.964.590  | 7.961.639  | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672  | -24.035.403  |
| Costos de operación y mantenimiento                                                              | 33.053.843  | 32.863.991 | 33.086.798  | 33.311.253  | 33.537.368  | 33.765.155  | 33.994.626 | 34.225.796 | 34.458.676 | 34.693.280 | 34.929.621 | 35.167.711 | 35.407.565 | 35.649.195 | 35.892.615 | 36.137.839  | 36.384.880  | 36.633.753 | 36.884.470 | 37.137.047 | 37.391.497 | 37.647.834 | 37.906.074 | 38.166.230 | 38.428.317 | 38.692.349 | 38.958.343 | 39.226.311 | 39.496.270 | 39.768.235 | 40.042.221 | 40.318.243   |
| Inversiones y costos Proyecto                                                                    | 47.080.892  | 49.432.291 | 134.940.668 | 132.690.740 | 131.031.609 | 118.483.690 | 39.288.821 | 39.533.300 | 41.664.828 | 40.027.679 | 40.277.605 | 40.529.375 | 40.783.001 | 42.923.745 | 41.295.882 | 87.886.374  | 80.838.554  | 42.079.485 | 44.229.799 | 42.611.578 | 42.880.576 | 43.151.561 | 43.424.548 | 45.584.799 | 43.976.591 | 57.463.055 | 55.331.418 | 54.611.861 | 53.942.267 | 52.344.458 | 46.502.053 | -156.649.615 |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                             | 14.027.049  | 15.164.055 | 100.449.624 | 97.975.242  | 96.089.996  | 80.548.791  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 47.341.210  | 40.032.194  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 1.010.000  | 2.895.246  | 1.010.000  | 14.217.377 | 11.804.590 | 10.801.803 | 9.846.885  | 7.961.639  | 1.829.672  | -201.613.703 |
| Costos de operación y mantenimiento                                                              | 33.053.843  | 34.268.236 | 34.491.044  | 34.715.499  | 34.941.613  | 37.934.900  | 38.278.821 | 38.523.300 | 38.769.582 | 39.017.679 | 39.267.605 | 39.519.375 | 39.773.001 | 40.028.499 | 40.285.882 | 40.545.164  | 40.806.361  | 41.069.485 | 41.334.553 | 41.601.578 | 41.870.576 | 42.141.561 | 42.414.548 | 42.689.553 | 42.966.591 | 43.245.678 | 43.526.828 | 43.810.057 | 44.095.382 | 44.382.818 | 44.672.381 | 44.964.088   |
| Inversiones y costos diferenciales                                                               | 920.000     | 5.773.710  | 94.902.230  | 89.532.602  | 89.532.602  | 83.708.536  | 4.284.194  | 4.297.504  | 4.310.905  | 4.324.399  | 4.337.985  | 4.351.664  | 4.365.437  | 4.379.304  | 4.393.267  | 49.918.863  | 43.443.674  | 4.435.733  | 4.450.083  | 4.464.531  | 4.479.079  | 4.493.726  | 4.508.474  | 4.523.323  | 4.538.274  | 5.473.328  | 6.408.485  | 7.423.910  | 4.599.112  | 4.614.583  | 4.630.160  | -172.932.455 |
| Inversiones (incluye valor residual)                                                             | 920.000     | 4.369.465  | 93.497.985  | 88.128.356  | 88.128.356  | 79.538.791  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 45.511.538  | 39.022.194  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 920.000    | 1.840.000  | 2.840.164  | 0          | 0          | 0          | -177.578.300 |
| Costos de operación y mantenimiento                                                              | 0           | 1.404.245  | 1.404.245   | 1.404.245   | 1.404.245   | 4.169.745   | 4.284.194  | 4.297.504  | 4.310.905  | 4.324.399  | 4.337.985  | 4.351.664  | 4.365.437  | 4.379.304  | 4.393.267  | 4.407.326   | 4.421.481   | 4.435.733  | 4.450.083  | 4.464.531  | 4.479.079  | 4.493.726  | 4.508.474  | 4.523.323  | 4.538.274  | 4.553.328  | 4.568.485  | 4.583.746  | 4.599.112  | 4.614.583  | 4.630.160  | 4.645.845    |
| Beneficios                                                                                       | 0           | 0          | 11.435.442  | 28.088.703  | 26.176.059  | 27.498.435  | 28.850.522 | 30.273.270 | 31.722.081 | 33.208.246 | 34.727.312 | 36.280.107 | 6.915.761  | 11.025.333 | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 18.290.460 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |
| DaP por la calidad del agua de beber                                                             |             |            | 11.435.442  | 23.573.450  | 24.297.597  | 25.043.989  | 25.813.310 | 26.606.262 | 27.423.574 | 28.265.992 | 29.134.288 | 30.029.258 |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
| Ahorro de reducción consumo por sequía                                                           |             |            |             | 3.211.274   |             |             |            |            |            |            |            |            |            | 3.438.589  |            |             |             |            |            |            |            |            |            | 3.681.994  |            |            |            |            |            |            |            |              |
| Ahorro de reducción consumo por déficit                                                          |             |            |             | 1.303.978   | 1.878.462   | 2.454.445   | 3.037.212  | 3.667.007  | 4.298.507  | 4.942.254  | 5.593.024  | 6.250.849  | 6.915.761  | 7.586.745  | 8.267.511  | 8.869.275   | 9.568.138   | 10.279.521 | 10.971.915 | 11.677.735 | 12.390.064 | 13.109.792 | 13.842.217 | 14.608.466 | 15.382.261 | 16.142.541 | 16.915.691 | 17.696.503 | 18.490.280 | 19.291.815 | 20.101.157 | 20.924.664   |
| Beneficios netos                                                                                 | -920.000    | -5.773.710 | -83.466.788 | -61.443.899 | -63.356.543 | -56.210.101 | 24.566.328 | 25.975.766 | 27.411.176 | 28.883.848 | 30.389.328 | 31.928.443 | 2.550.325  | 6.646.029  | 3.874.244  | -41.049.588 | -33.875.536 | 5.843.788  | 6.521.832  | 7.213.204  | 7.910.985  | 8.616.066  | 9.333.743  | 13.767.136 | 10.843.987 | 10.669.213 | 10.507.206 | 10.272.593 | 13.891.168 | 14.677.232 | 15.470.996 | 193.857.120  |
| Valor Actual Neto Económico en US\$ del año 2012                                                 |             |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
| Costo de oportunidad = 5% anual                                                                  | -60.955.384 |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |
| Tasa Interna de Retorno Económico en % equivalente anual                                         | 2,9%        |            |             |             |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |              |



## **Anexo 4**

### **CALCULOS HIDRAULICOS**

## Obra desvío del A° Canelón Grande

### Obra: Desvío del Arroyo Canelón Grande

- 1) Generar la posibilidad de desviar pequeños caudales aguas debajo de la toma de Aguas Corrientes
- 2) Posibilidad de generar una toma de agua desde al Arroyo Canelón grande independizándolo del río Santa Lucía

Objetivos:

### Datos básicos para el diseño

- 1 Cota coronamiento presa Aguas Corrientes +3m
- 2 Nivel máximo conocido Santa Lucía +11.74 Marzo 1900
- 3 Diámetro de túneles existente 1 x fi 1800
- 4 Superficie de cuenca estimada 1000 km<sup>2</sup>

### Puntos a definir

- 1 Cota coronamiento presa en Canelón Grande 3,5
- 2 Zona de inundación hacia Aguas Arriba
- 3 Caudal de diseño de recanalización
- 4 Conexión con toma actual de Aguas Corrientes (caudal de diseño 10 m<sup>3</sup>/s)
- 5 Descarga aguas abajo de presa actual
- 6 Caudal de estiaje

### Caudal de estiaje estimado para Canelón Grande

|                          |                          |                        |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| Superficie de cuenca     | 1000 km <sup>2</sup>     | <b>Caudal estiaje</b>  |
| Caudal específico        | 0,1 l/s/km <sup>2</sup>  | 0,1 m <sup>3</sup> /s  |
| Caudal específico mínimo | 0,05 l/s/km <sup>2</sup> | 0,05 m <sup>3</sup> /s |

### Caudal medio estimado para Canelón Grande

|                      |                        |                      |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Superficie de cuenca | 1000 km <sup>2</sup>   | <b>Caudal medio</b>  |
| Caudal específico    | 10 l/s/km <sup>2</sup> | 10 m <sup>3</sup> /s |

### Caudal máximo estimado para Canelón Grande

|                      |                         |                       |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Superficie de cuenca | 1000 km <sup>2</sup>    | <b>Caudal medio</b>   |
| Caudal específico    | 100 l/s/km <sup>2</sup> | 100 m <sup>3</sup> /s |

### Caudales de diseño para el canal de desvío

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Toma de agua             | 10 m <sup>3</sup> /s |
| Desvío hacia aguas abajo | 20 m <sup>3</sup> /s |

### Diseño básico del canal

|                                             |        |           |
|---------------------------------------------|--------|-----------|
| Logitud estimada                            | 1500 m | A ajustar |
| Excavado en tierra, sección trapecial 2 a 1 |        |           |

### Condiciones para el diseño del canal

|                                              |       |                                                                                |
|----------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Energía máxima a la entrada                  | 3,3 m | Cota absoluta                                                                  |
| Pelo de agua máximo aguas debajo de la presa | 2,2 m | Cota absoluta, a tirantes mayores funcionará remansando                        |
| Pérdidas de carga localizadas admitidas      | 0,3 m |                                                                                |
| Pérdidas de carga máximas en el canal        | 0,8 m |                                                                                |
|                                              | 0,053 |                                                                                |
| Pendiente máxima                             | %     |                                                                                |
|                                              | 0,050 |                                                                                |
| Pendiente adoptada                           | % %   | En caso de irregularidad del fondo será la pendiente de la línea de energía sf |

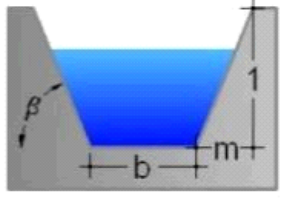
Para  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$

**Geometría del Canal**

Sección Trapezoidal

Aceptar

**Datos Requeridos:**



b - Ancho de Fondo (m)

$\beta$  - Angulo del Talud ( $^\circ$ )

m - Angulo del Talud (m)

**Flujo Uniforme**

Por favor, seleccione de la lista desplegable el valor que desee calcular

Calcular Tirante Normal

Pendiente

Número de Manning

Caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

☒ Tirante Normal (m)

☐ Energía (m)

**Otras Características**

Tirante Crítico (m)

Energía Crítica (m)

Pend. Crítica

% Diám.

Tipo

**Parámetros Hidráulicos**

| Propiedad                 | Valor  |
|---------------------------|--------|
| Tirante (m)               | 0,6477 |
| Área ( $\text{m}^2$ )     | 13,793 |
| Perímetro (m)             | 22,897 |
| Rh (m)                    | 0,602  |
| Ancho Sup. (m)            | 22,591 |
| Velocidad (m/s)           | 0,725  |
| Froude                    | 0,296  |
| Sf                        | 0,0005 |
| Tensión (Pa)              | 2,952  |
| Energía (m)               | 0,675  |
| Momentum ( $\text{m}^3$ ) | 5,116  |

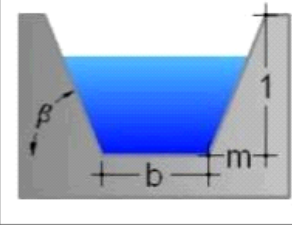
Para  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$

**Geometría del Canal**

Sección Trapezoidal

Aceptar

**Datos Requeridos:**



b - Ancho de Fondo (m)

$\beta$  - Angulo del Talud (°)

m - Angulo del Talud (m)  Conv.

**Flujo Uniforme**

Por favor, seleccione de la lista desplegable el valor que desee calcular

Calcular Tirante Normal

Pendiente

Número de Manning

Caudal (m<sup>3</sup>/s)

☒ Tirante Normal (m)

☐ Energía (m)

Calcular !

**Otras Características**

Tirante Crítico (m)

Energía Crítica (m)

Pend. Crítica

% Diám.

Tipo

Salir

**Parámetros Hidráulicos**

| Propiedad                  | Valor  |
|----------------------------|--------|
| Tirante (m)                | 0,9764 |
| Área (m <sup>2</sup> )     | 21,434 |
| Perímetro (m)              | 24,367 |
| Rh (m)                     | 0,88   |
| Ancho Sup. (m)             | 23,906 |
| Velocidad (m/s)            | 0,933  |
| Froude                     | 0,315  |
| Sf                         | 0,0005 |
| Tensión (Pa)               | 4,31   |
| Energía (m)                | 1,021  |
| Momentum (m <sup>3</sup> ) | 12,056 |

#### Pérdidas de carga a la entrada del canal

|          |            |      |
|----------|------------|------|
| Kentrada | 1          | adim |
| v        | 1          | m/s  |
| Delta H  | 0,05102041 | m    |

#### Cálculo de niveles del canal

|                                    |      |   |             |      |                  |
|------------------------------------|------|---|-------------|------|------------------|
| Pelo de agua máx en Canelón Grande | 3,30 | m |             |      |                  |
| Pérdida de carga a la entrada      | 0,05 | m |             |      |                  |
| Tirante 20 m3/s                    | 0,98 | m |             |      |                  |
| Energía 20 m3/s                    | 1,02 | m | Fondo Ag Ar | 2,23 | Fondo Ag Ab 1,48 |
| Tirante 10 m3/s                    | 0,65 | m |             |      |                  |
| Energía 10 m3/s                    | 0,68 | m |             |      |                  |
| Cota de coronamiento del canal     | 3,5  | m |             |      |                  |

#### Resumen:

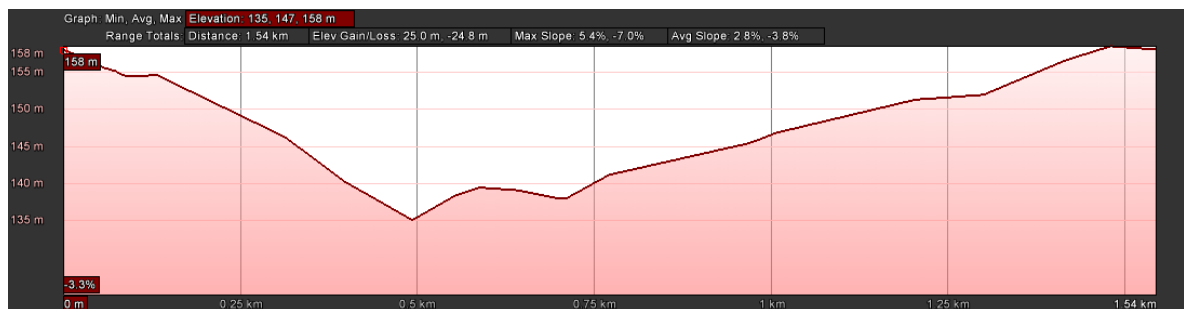
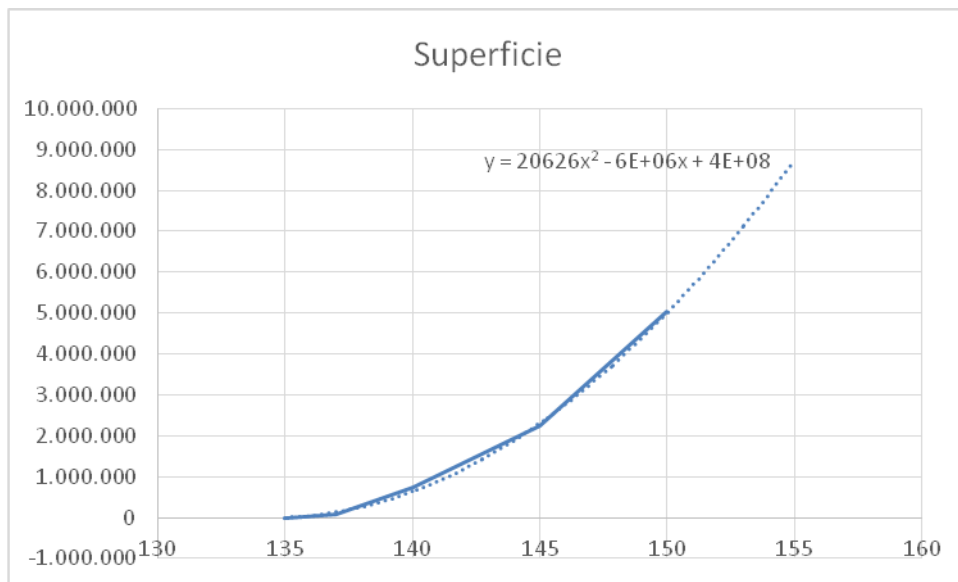
##### Canal trapecial excavado en tierra

|                                   |             |    |
|-----------------------------------|-------------|----|
| Talud 1V: X H                     | 2           | X  |
| Ancho de fondo                    | 20          | m  |
| Altura mínima                     | 1,27        | m  |
| Altura máxima                     | 2,02        | m  |
| Longitud                          | 1500        | m  |
| Ancho sup máximo                  | 28,08408163 | m  |
| Ancho sup mínimo                  | 25,08408163 | m  |
| Sección máxima                    | 48,58945514 | m2 |
| Sección mínima                    | 28,65139392 | m2 |
| Sección media                     | 38,62042453 | m2 |
| Mov de tierra                     | 57.931      | m3 |
| Mov de tierra adoptado inc terrap | 70.000      | m3 |

## Obra presa A° Soldado

Superficie cuenca 175.809.082 m<sup>2</sup>

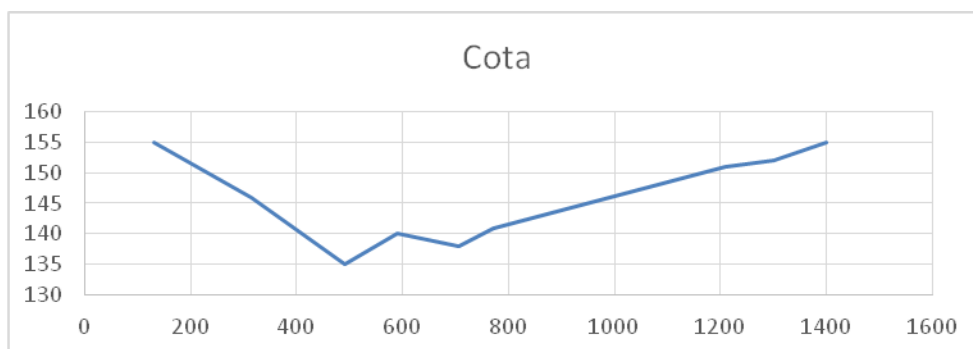
| Altura | Superficie | Volumen parcial | Reserva (m <sup>3</sup> ) | Reserva (hm <sup>3</sup> ) |
|--------|------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|
| 135    | 1.000      | 0               | 0                         | 0,00                       |
| 137    | 71.313     | 47.542          | 47.542                    | 0,05                       |
| 140    | 743.643    | 1.045.242       | 1.092.784                 | 1,09                       |
| 145    | 2.231.125  | 7.104.753       | 8.197.537                 | 8,20                       |
| 150    | 5.034.080  | 17.694.287      | 25.891.824                | 25,89                      |





### Cota fondo terreno

| Progresiva | Cota |
|------------|------|
| 130        | 155  |
| 315        | 146  |
| 492        | 135  |
| 591        | 140  |
| 707        | 138  |
| 771        | 141  |
| 1210       | 151  |
| 1300       | 152  |
| 1400       | 155  |



### Cálculo de movimiento de tierras

| Progresiva | Cota | Cota desmonte | Altura | Base fondo | Sección Tr | V mov tierra | Sup fondo |
|------------|------|---------------|--------|------------|------------|--------------|-----------|
| 130        | 155  | 154,2         | 0,8    | 11,2       | 7,68       | 0            | 0         |
| 315        | 146  | 145,2         | 9,8    | 47,2       | 270,48     | 19.964       | 5402      |
| 492        | 135  | 134,2         | 20,8   | 91,2       | 1031,68    | 107.994      | 12248,4   |
| 591        | 140  | 139,2         | 15,8   | 71,2       | 625,68     | 81.206       | 8038,8    |
| 707        | 138  | 137,2         | 17,8   | 79,2       | 776,08     | 81.146       | 8723,2    |
| 771        | 141  | 140,2         | 14,8   | 67,2       | 556,48     | 42.448       | 4684,8    |
| 1210       | 151  | 150,2         | 4,8    | 27,2       | 84,48      | 125.522      | 20720,8   |
| 1300       | 152  | 151,2         | 3,8    | 23,2       | 59,28      | 6.436        | 2268      |
| 1400       | 155  | 154,2         | 0,8    | 11,2       | 7,68       | 2.943        | 1720      |
|            |      |               |        |            |            | 467.658      | 63806     |
| Adoptado   |      |               |        |            |            | 500.000      |           |



## Obra conducción Paso Severino-AACC



Traza Bordeando el Santa Lucía

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| Longitud        | 34 km               |
| Cota de salida  | 28 m                |
| Cota de llegada | 3 m                 |
| Pendiente media | 0,0007 Adimensional |

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| Caudal a conducir | 5 m <sup>3</sup> /s |
| Diámetro mínimo   | 2,1 m               |

36 m cota de vertido  
38.5 m si se amplía  
28 m cota de válvulas

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| Caudal a conducir | 5 m <sup>3</sup> /s |
| Diámetro mínimo   | 2,1 m               |

Con 2 m de diámetro se llevan 4,6 m<sup>3</sup>/s con esas cotas

HiPipe V1.1.4028 Test - [Pipe Characteristics]

File Tools Window About

**HiPipe** by Istec Test version. Visit [www.istec.com.uy](http://www.istec.com.uy) to register.

Enter the pipe length, singular head loss coefficient, select friction factor and what to calculate...

**Working Point**

Given D and H find Discharge (Q)

Pipe Length (m)

Singular Head Loss Coefficient  
 $DH = K \cdot (v^2 / 2 \cdot g)$

Internal Diameter (m)

Total Head Loss (m)

Discharge (m3/s)

**Set Friction Factor**

☒ Roughness (mm)

☐ Darcy - Weisbach

☐ Hazen - Williams

☐ Manning Roughness

☐ Flamant Number

**Estimate System Point**

**Results**

| Parameter           | Unit    | Value |
|---------------------|---------|-------|
| Pipe Length (m)     | 34000   | m     |
| Head Loss Coeff...  | 18      | none  |
| Internal Diamete... | 2,1     | m     |
| Total Head Loss ... | 27      | m     |
| Discharge (m3/s)    | 5,2263  | m3/s  |
| Velocity (m/s)      | 1,509   | m/s   |
| Reynolds            | 3168711 | none  |
| Roughness (mm)      | 0,3     | mm    |
| Darcy - Weisbach    | 0,0133  | none  |
| Hazen - Williams    | 131     | XXX   |
| Manning Roughn...   | 0,01167 | XXX   |

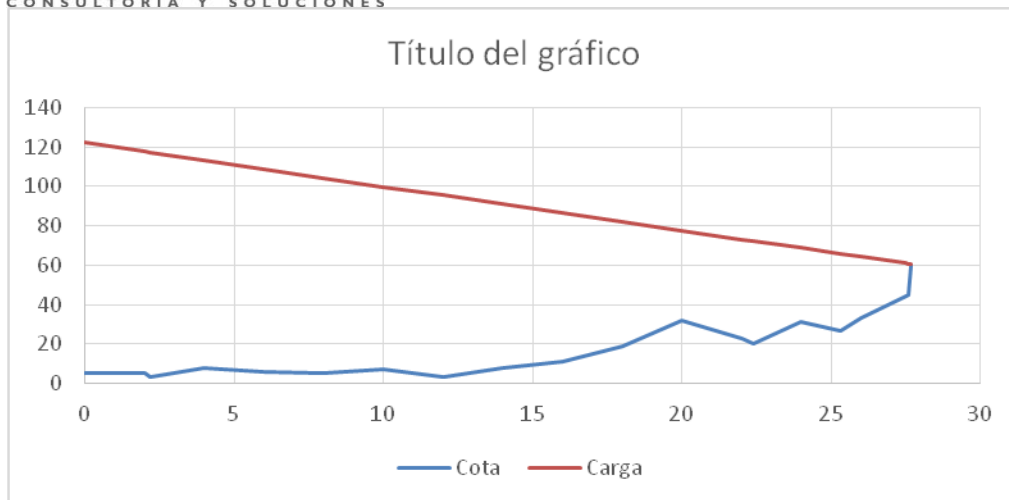
Print Results

## Obra conducción Bocas del Cufre-AACC

### 1er tramo

Cota succión      0    m  
Caudal a bombear   4   m<sup>3</sup>/s    f    0,016    A(m<sup>2</sup>)   2,01  
Carga bombeo      122   m      D (m)   1,6    V (m/s)   1,99

| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      |
|------------|------|------------------|------------|
| 0          | 5    | 0                | 122        |
| 2          | 5    | 4,447002238      | 117,552998 |
| 2,18       | 3    | 0,400230201      | 117,152768 |
| 4          | 8    | 4,046772037      | 113,105996 |
| 6          | 6    | 4,447002238      | 108,658993 |
| 8          | 5    | 4,447002238      | 104,211991 |
| 10         | 7    | 4,447002238      | 99,7649888 |
| 12         | 3    | 4,447002238      | 95,3179866 |
| 14         | 8    | 4,447002238      | 90,8709843 |
| 16         | 11   | 4,447002238      | 86,4239821 |
| 18         | 19   | 4,447002238      | 81,9769799 |
| 20         | 32   | 4,447002238      | 77,5299776 |
| 22         | 23   | 4,447002238      | 73,0829754 |
| 22,4       | 20   | 0,889400448      | 72,1935749 |
| 24         | 31   | 3,55760179       | 68,6359731 |
| 25,3       | 27   | 2,890551455      | 65,7454217 |
| 26         | 33   | 1,556450783      | 64,1889709 |
| 27,5       | 44   | 3,335251678      | 60,8537192 |
| 27,6       | 45   | 0,222350112      | 60,6313691 |
| 27,65      | 60   | 0,111175056      | 60,5201941 |

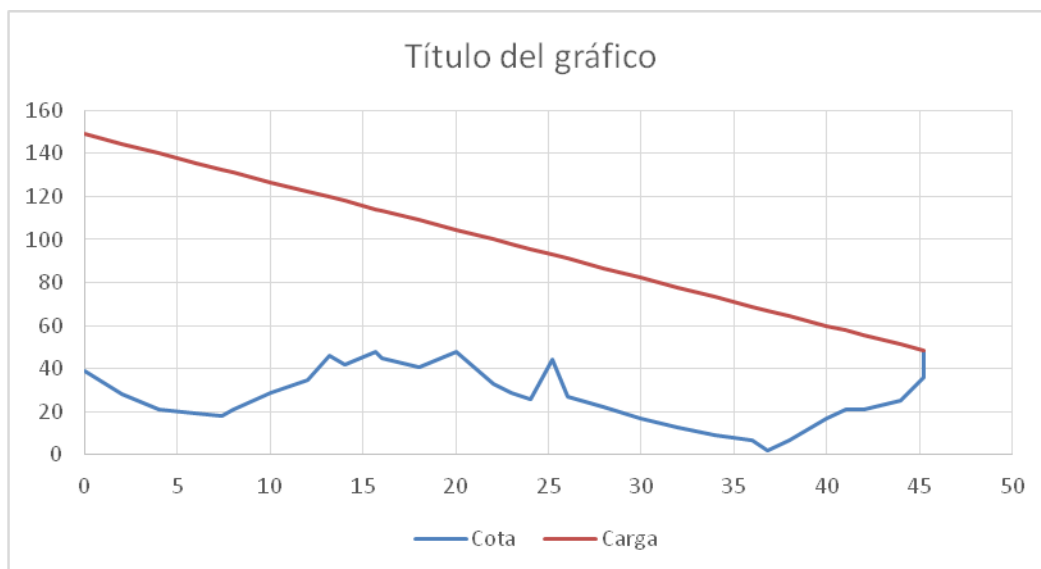


## 2do tramo

Cota succión 39 m  
Caudal a bombear 4 m<sup>3</sup>/s f 0,016 A(m<sup>2</sup>) 2,01  
Carga bombeo 110 m D (m) 1,6 V (m/s) 1,99

| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      | Presión    |
|------------|------|------------------|------------|------------|
| 0          | 39   | 0                | 149        | 110        |
| 2          | 28   | 4,447002238      | 144,552998 | 116,552998 |
| 4,02       | 21   | 4,49147226       | 140,061526 | 119,061526 |
| 6          | 19   | 4,402532216      | 135,658993 | 116,658993 |
| 7,4        | 18   | 3,112901567      | 132,546092 | 114,546092 |
| 8          | 21   | 1,334100671      | 131,211991 | 110,211991 |
| 10         | 29   | 4,447002238      | 126,764989 | 97,7649888 |
| 12         | 35   | 4,447002238      | 122,317987 | 87,3179866 |
| 13,2       | 46   | 2,668201343      | 119,649785 | 73,6497852 |
| 14         | 42   | 1,778800895      | 117,870984 | 75,8709843 |
| 15,7       | 48   | 3,779951902      | 114,091032 | 66,0910324 |
| 16         | 45   | 0,667050336      | 113,423982 | 68,4239821 |
| 18         | 41   | 4,447002238      | 108,97698  | 67,9769799 |
| 20         | 48   | 4,447002238      | 104,529978 | 56,5299776 |
| 22         | 33   | 4,447002238      | 100,082975 | 67,0829754 |
| 23         | 29   | 2,223501119      | 97,8594743 | 68,8594743 |
| 24         | 26   | 2,223501119      | 95,6359731 | 69,6359731 |
| 25,2       | 44   | 2,668201343      | 92,9677718 | 48,9677718 |
| 26         | 27   | 1,778800895      | 91,1889709 | 64,1889709 |

|       |    |             |            |            |
|-------|----|-------------|------------|------------|
| 28    | 22 | 4,447002238 | 86,7419687 | 64,7419687 |
| 30    | 17 | 4,447002238 | 82,2949664 | 65,2949664 |
| 32    | 13 | 4,447002238 | 77,8479642 | 64,8479642 |
| 34    | 9  | 4,447002238 | 73,400962  | 64,400962  |
| 36    | 7  | 4,447002238 | 68,9539597 | 61,9539597 |
| 36,8  | 2  | 1,778800895 | 67,1751588 | 65,1751588 |
| 38    | 7  | 2,668201343 | 64,5069575 | 57,5069575 |
| 40    | 17 | 4,447002238 | 60,0599552 | 43,0599552 |
| 41    | 21 | 2,223501119 | 57,8364541 | 36,8364541 |
| 42    | 21 | 2,223501119 | 55,612953  | 34,612953  |
| 44    | 25 | 4,447002238 | 51,1659508 | 26,1659508 |
| 45,2  | 36 | 2,668201343 | 48,4977494 | 12,4977494 |
| 45,25 | 48 | 0,111175056 | 48,3865744 | 0,38657437 |





### 3er. tramo

Cota terreno 36 m  
Caudal a bombear 4 m<sup>3</sup>/s f 0,016 A(m<sup>2</sup>) 1,77  
Altura mínima de tanque 5 m D (m) 1,50 V (m/s) 2,26

| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      | Presión    |
|------------|------|------------------|------------|------------|
| 0          | 36   | 0                | 41         | 5          |
| 0,285      | 25   | 0,875035818      | 40,1249642 | 15,1249642 |
| 1,13       | 29   | 2,594404442      | 37,5305597 | 8,53055974 |
| 2          | 10   | 5,265566413      | 34,8593978 | 24,8593978 |
| 2,9        | 4    | 5,434432974      | 32,0961268 | 28,0961268 |
| 3,6        | 24   | 7,583643754      | 29,946916  | 5,94691599 |
| 4          | 5    | 6,14060223       | 28,7187955 | 23,7187955 |
| 6          | 4    | 6,14060223       | 22,5781933 | 18,5781933 |
| 6,57       | 19   | 1,750071636      | 20,8281217 | 1,82812167 |
| 7,1        | 6    | 1,627259591      | 19,2008621 | 13,2008621 |
| 8          | 3    | 2,763271004      | 16,4375911 | 13,4375911 |
| 9,33       | 8    | 4,083500483      | 12,3540906 | 4,3540906  |
| 10         | 3    | 2,057101747      | 10,2969888 | 7,29698885 |
| 11         | 5    | 3,070301115      | 7,22668773 | 2,22668773 |
| 11,1       | 3    | 0,307030112      | 6,91965762 | 3,91965762 |



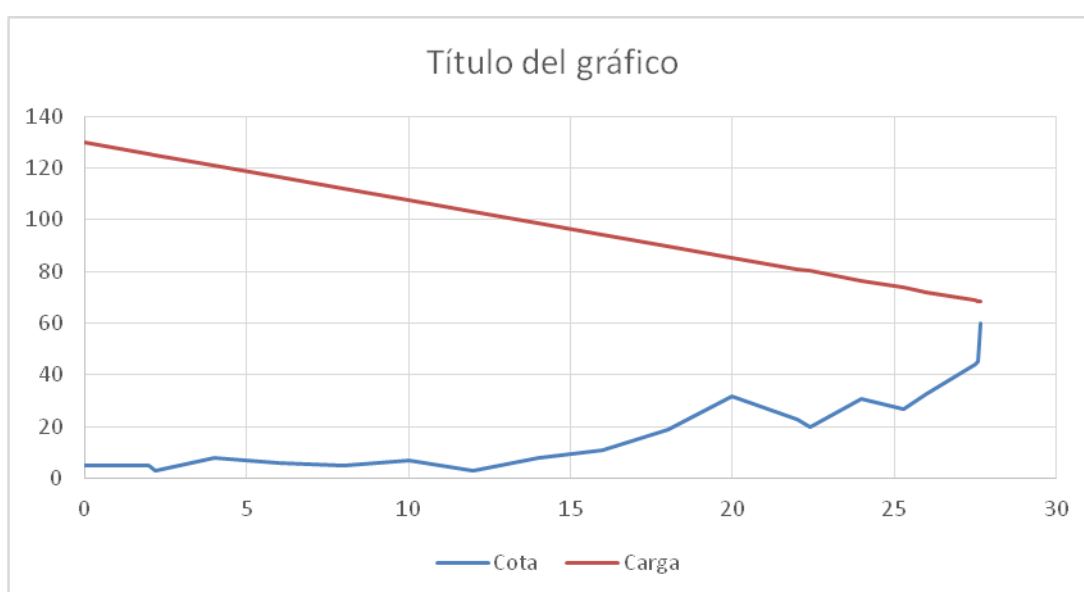
## Obra conducción Bocas del Cufré- Planta Oeste

### 1er. tramo

Cota succión 0 m  
 Caudal a bombear 4 m<sup>3</sup>/s f 0,016 A(m<sup>2</sup>) 2,01  
 Carga bombeo 130 m D (m) 1,6 V (m/s) 1,99

| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      |
|------------|------|------------------|------------|
| 0          | 5    | 0                | 130        |
| 2          | 5    | 4,447002238      | 125,552998 |
| 2,18       | 3    | 0,400230201      | 125,152768 |
| 4          | 8    | 4,046772037      | 121,105996 |
| 6          | 6    | 4,447002238      | 116,658993 |
| 8          | 5    | 4,447002238      | 112,211991 |
| 10         | 7    | 4,447002238      | 107,764989 |
| 12         | 3    | 4,447002238      | 103,317987 |
| 14         | 8    | 4,447002238      | 98,8709843 |
| 16         | 11   | 4,447002238      | 94,4239821 |
| 18         | 19   | 4,447002238      | 89,9769799 |

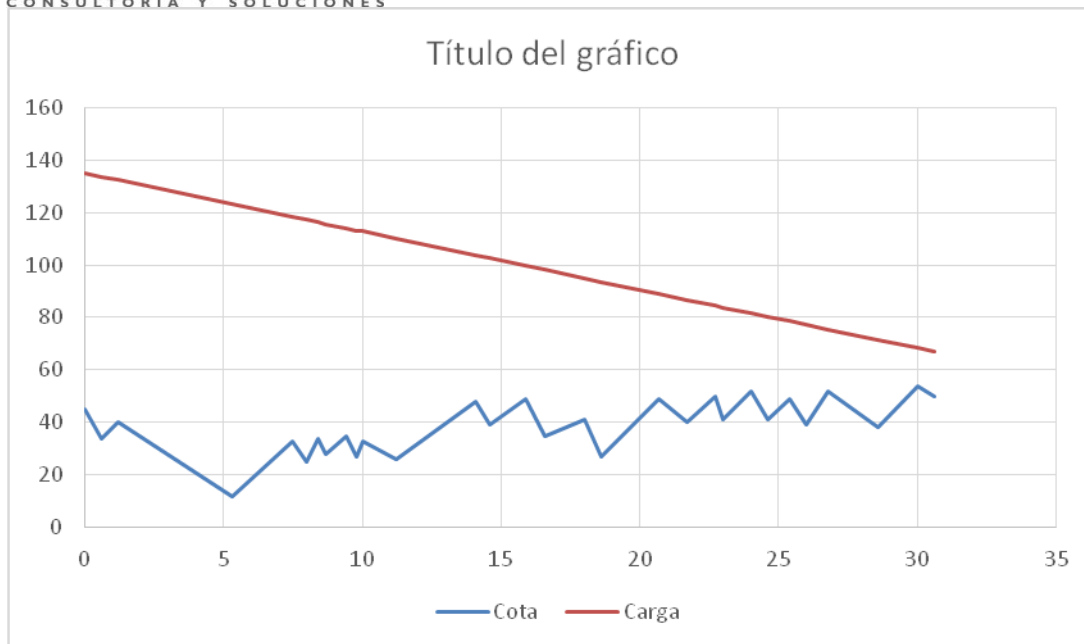
|       |    |             |            |
|-------|----|-------------|------------|
| 20    | 32 | 4,447002238 | 85,5299776 |
| 22    | 23 | 4,447002238 | 81,0829754 |
| 22,4  | 20 | 0,889400448 | 80,1935749 |
| 24    | 31 | 3,55760179  | 76,6359731 |
| 25,3  | 27 | 2,890551455 | 73,7454217 |
| 26    | 33 | 1,556450783 | 72,1889709 |
| 27,5  | 44 | 3,335251678 | 68,8537192 |
| 27,6  | 45 | 0,222350112 | 68,6313691 |
| 27,65 | 60 | 0,111175056 | 68,5201941 |



## 2do. tramo

Cota succión 45 m  
Caudal a bombear 4 m<sup>3</sup>/s f 0,016 A(m<sup>2</sup>) 2,01  
Carga bombeo 90 m D (m) 1,6 V (m/s) 1,99

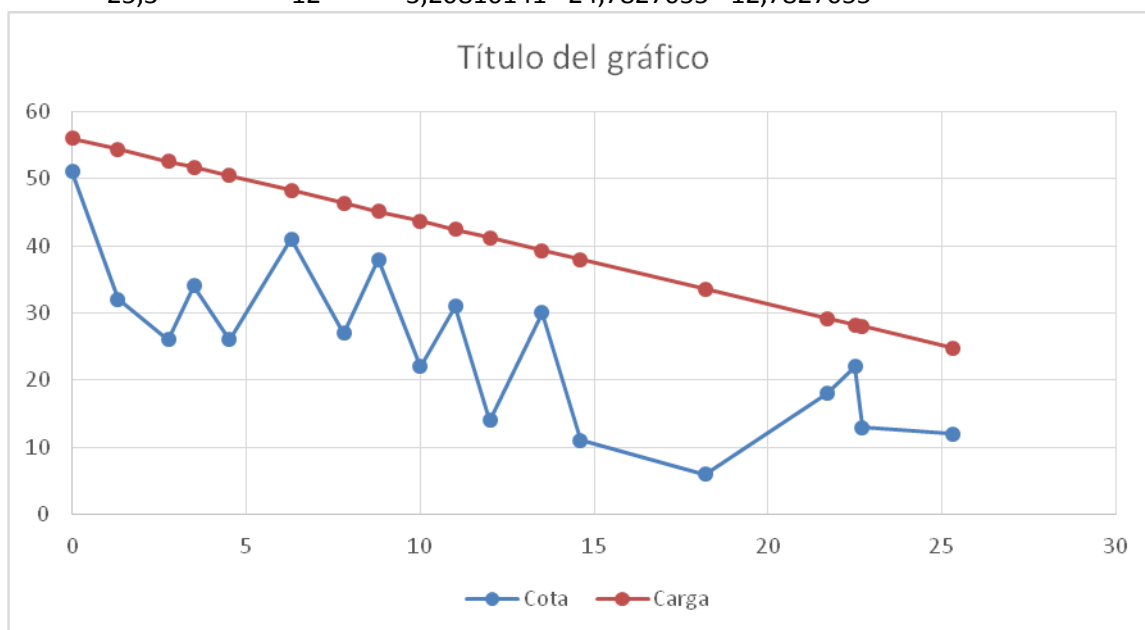
| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      | Presión    |
|------------|------|------------------|------------|------------|
| 0          | 45   | 0                | 135        | 90         |
| 0,6        | 34   | 1,334100671      | 133,665899 | 99,6658993 |
| 1,2        | 40   | 1,334100671      | 132,331799 | 92,3317987 |
| 5,29       | 12   | 9,094119577      | 123,237679 | 111,237679 |
| 7,5        | 33   | 4,913937473      | 118,323742 | 85,3237416 |
| 8          | 25   | 1,111750559      | 117,211991 | 92,211991  |
| 8,4        | 34   | 0,889400448      | 116,322591 | 82,3225906 |
| 8,7        | 28   | 0,667050336      | 115,65554  | 87,6555403 |
| 9,4        | 35   | 1,556450783      | 114,099089 | 79,0990895 |
| 9,8        | 27   | 0,889400448      | 113,209689 | 86,209689  |
| 10         | 33   | 0,444700224      | 112,764989 | 79,7649888 |
| 11,2       | 26   | 2,668201343      | 110,096787 | 84,0967875 |
| 14,1       | 48   | 6,448153245      | 103,648634 | 55,6486342 |
| 14,6       | 39   | 1,111750559      | 102,536884 | 63,5368837 |
| 15,9       | 49   | 2,890551455      | 99,6463322 | 50,6463322 |
| 16,6       | 35   | 1,556450783      | 98,0898814 | 63,0898814 |
| 18         | 41   | 3,112901567      | 94,9769799 | 53,9769799 |
| 18,6       | 27   | 1,334100671      | 93,6428792 | 66,6428792 |
| 20,7       | 49   | 4,66935235       | 88,9735268 | 39,9735268 |
| 21,7       | 40   | 2,223501119      | 86,7500257 | 46,7500257 |
| 22,7       | 50   | 2,223501119      | 84,5265246 | 34,5265246 |
| 23         | 41   | 0,667050336      | 83,8594743 | 42,8594743 |
| 24         | 52   | 2,223501119      | 81,6359731 | 29,6359731 |
| 24,6       | 41   | 1,334100671      | 80,3018725 | 39,3018725 |
| 25,4       | 49   | 1,778800895      | 78,5230716 | 29,5230716 |
| 26         | 39   | 1,334100671      | 77,1889709 | 38,1889709 |
| 26,8       | 52   | 1,778800895      | 75,41017   | 23,41017   |
| 28,6       | 38   | 4,002302014      | 71,407868  | 33,407868  |
| 30         | 54   | 3,112901567      | 68,2949664 | 14,2949664 |
| 30,6       | 50   | 1,334100671      | 66,9608658 | 16,9608658 |



### 3er. tramo

Cota succión 51 m  
Caudal a bombear 4 m<sup>3</sup>/s f 0,016 A(m<sup>2</sup>) 2,54  
Altura mínima tanque 5 m D (m) 1,8 V (m/s) 1,57

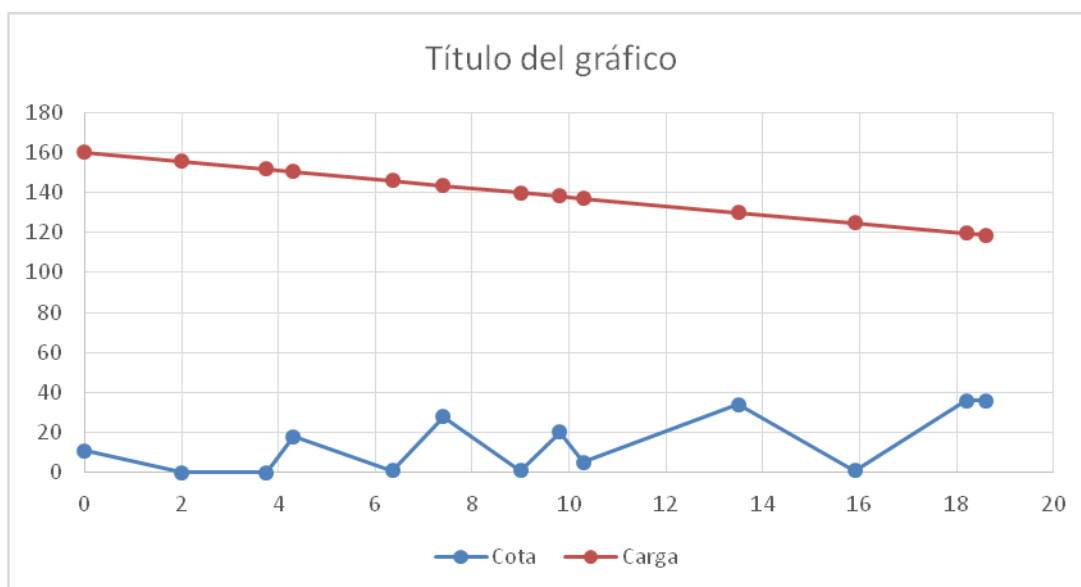
| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      | Presión    |
|------------|------|------------------|------------|------------|
| 0          | 51   | 0                | 56         | 5          |
| 1,3        | 32   | 1,604050705      | 54,3959493 | 22,3959493 |
| 2,75       | 26   | 1,789133478      | 52,6068158 | 26,6068158 |
| 3,5        | 34   | 2,714547347      | 51,6814019 | 17,6814019 |
| 4,5        | 26   | 2,159299026      | 50,4475168 | 24,4475168 |
| 6,3        | 41   | 4,380292309      | 48,2265235 | 7,22652351 |
| 7,8        | 27   | 5,305706177      | 46,3756958 | 19,3756958 |
| 8,8        | 38   | 1,233885158      | 45,1418106 | 7,14181061 |
| 10         | 22   | 1,480662189      | 43,6611484 | 21,6611484 |
| 11         | 31   | 1,233885158      | 42,4272633 | 11,4272633 |
| 12         | 14   | 1,233885158      | 41,1933781 | 27,1933781 |
| 13,5       | 30   | 1,850827736      | 39,3425504 | 9,34255037 |
| 14,6       | 11   | 1,357273673      | 37,9852767 | 26,9852767 |
| 18,2       | 6    | 4,441986567      | 33,5432901 | 27,5432901 |
| 21,7       | 18   | 4,318598051      | 29,2246921 | 11,2246921 |
| 22,5       | 22   | 0,987108126      | 28,237584  | 6,23758396 |
| 22,7       | 13   | 0,246777032      | 27,9908069 | 14,9908069 |
| 25,3       | 12   | 3,20810141       | 24,7827055 | 12,7827055 |



## Obra conducción Planta Oeste-Km 24.5

Cota succión 0 m  
Caudal a bombear 4 m<sup>3</sup>/s f 0,016 A(m<sup>2</sup>) 2,01  
Carga bombeo 160 m D (m) 1,6 V (m/s) 1,99

| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      | Presion    |
|------------|------|------------------|------------|------------|
| 0          | 11   | 0                | 160        | 149        |
| 2          | 0    | 4,447002238      | 155,552998 | 155,552998 |
| 3,75       | 0    | 3,891126958      | 151,661871 | 151,661871 |
| 4,3        | 18   | 5,114052574      | 150,438945 | 132,438945 |
| 6,35       | 1    | 5,781102909      | 145,880768 | 144,880768 |
| 7,4        | 28   | 8,115779084      | 143,546092 | 115,546092 |
| 9          | 1    | 10,45045526      | 139,98849  | 138,98849  |
| 9,8        | 20   | 1,778800895      | 138,209689 | 118,209689 |
| 10,3       | 5    | 1,111750559      | 137,097938 | 132,097938 |
| 13,5       | 34   | 7,115203581      | 129,982735 | 95,9827349 |
| 15,9       | 1    | 5,336402686      | 124,646332 | 123,646332 |
| 18,2       | 36   | 5,114052574      | 119,53228  | 83,5322796 |
| 18,6       | 36   | 0,889400448      | 118,642879 | 82,6428792 |

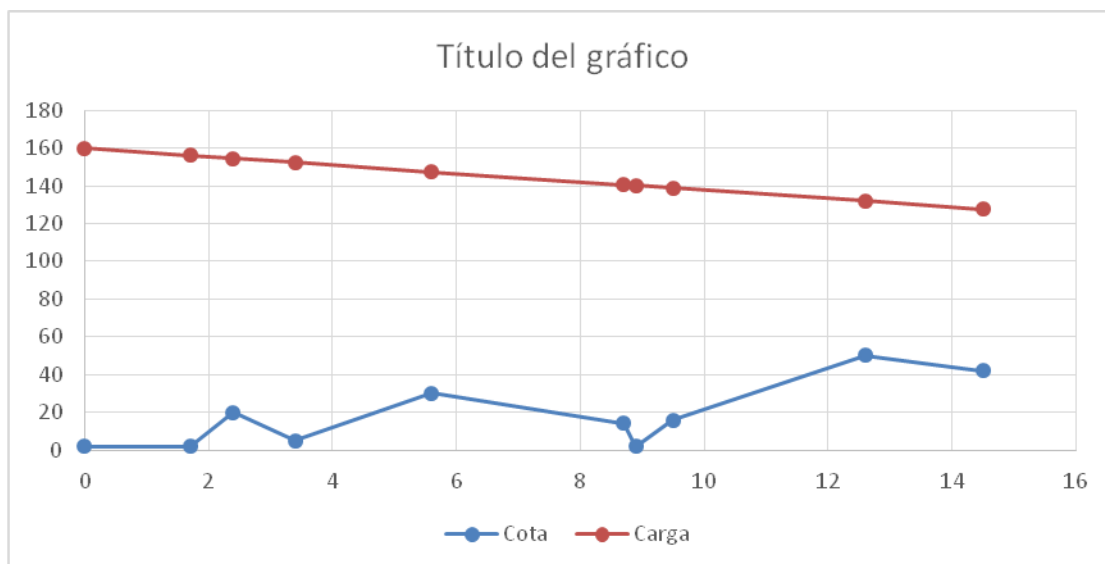




## Obra conducción Planta Osmosis Inversa- Melilla

Cota succión 0 m  
Caudal a bombear 4 m<sup>3</sup>/s f 0,016 A(m<sup>2</sup>) 2,01  
Carga bombeo 160 m D (m) 1,6 V (m/s) 1,99

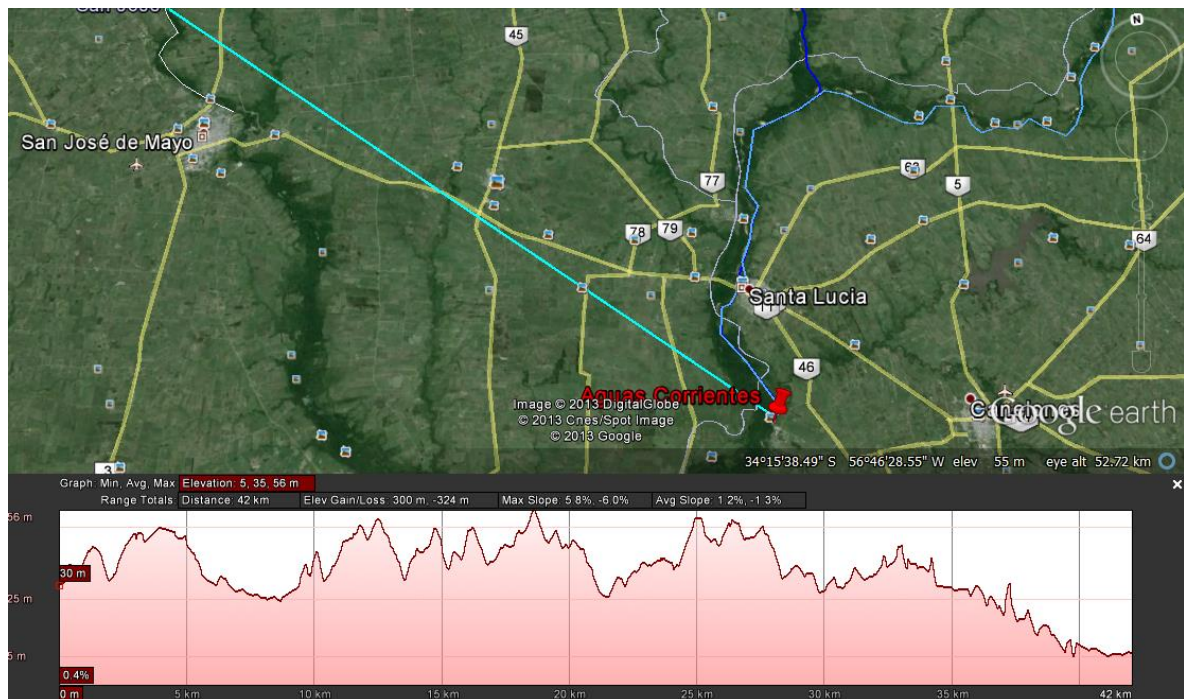
| Progresiva | Cota | Pérdida de carga | Carga      | Presión    |
|------------|------|------------------|------------|------------|
| 0          | 2    | 0                | 160        | 158        |
| 1,7        | 2    | 3,779951902      | 156,220048 | 154,220048 |
| 2,4        | 20   | 1,556450783      | 154,663597 | 134,663597 |
| 3,4        | 5    | 2,223501119      | 152,440096 | 147,440096 |
| 5,6        | 30   | 4,891702462      | 147,548394 | 117,548394 |
| 8,7        | 14   | 6,892853469      | 140,655554 | 126,655554 |
| 8,9        | 2    | 0,444700224      | 140,21084  | 138,21084  |
| 9,5        | 16   | 1,334100671      | 138,876739 | 122,876739 |
| 12,6       | 50   | 6,892853469      | 131,983886 | 81,9838859 |
| 14,5       | 42   | 4,224652126      | 127,759234 | 85,7592338 |



## Obra conducción Rincón de Carballo-AACC

### Túnel

|                |        |
|----------------|--------|
| Cota de salida | 27     |
| AACC           | 3      |
| Desnivel       | 24     |
| Longitud       | 42000  |
| Pendiente      | 0,0006 |



HiPipe V1.1.4028 Test - [Pipe Characteristics]

File Tools Window About

**HiPipe** by Istec Test version. Visit [www.istec.com.uy](http://www.istec.com.uy) to register.

Enter the pipe length, singular head loss coefficient, select friction factor and what to calculate...

**Working Point**

Given D and H find Discharge (Q)

Pipe Length (m)

Singular Head Loss Coefficient  
 $DH = K \cdot (v^2 / 2 \cdot g)$

Internal Diameter (m)

Total Head Loss (m)

Discharge (m3/s)

**Set Friction Factor**

☐ Roughness (mm)

☐ Darcy - Weisbach

☐ Hazen - Williams

☒ Manning Roughness

☐ Flamant Number

**Estimate System Point**

**Results**

| Parameter           | Unit    | Value |
|---------------------|---------|-------|
| Pipe Length (m)     | 42000   | m     |
| Head Loss Coeff...  | 30      | none  |
| Internal Diamete... | 3       | m     |
| Total Head Loss ... | 24      | m     |
| Discharge (m3/s)    | 10.019  | m3/s  |
| Velocity (m/s)      | 1.417   | m/s   |
| Reynolds            | 4252210 | none  |
| Roughness (mm)      | 0.7549  | mm    |
| Darcy - Weisbach    | 0.0146  | none  |
| Hazen - Williams    | 122     | XXX   |
| Manning Roughn...   | 0.013   | XXX   |
| ▶*                  |         |       |

**Print Results**

## Obra ampliación capacidad Usina AACC. Clarificación

### PLANTA POTABILIZADORA AGUAS CORRIENTES (CLARIFICACIÓN PLANTA VIEJA)

#### 1- ANÁLISIS CAPACIDAD DE CLARIFICACIÓN DE PLANTA VIEJA EXISTENTE (CLARIFICADORES 3, 4, 5 Y 6)

#### COMENTARIOS

|                                   |  |                                                   |                                                            |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <u>Caudal operación actual</u>    |  | 7,78 m <sup>3</sup> /s<br>28000 m <sup>3</sup> /h | en 4 sedimentadores, limitado por capacidad de floculación |
| <u>Floculación</u>                |  |                                                   |                                                            |
| Número de unidades                |  | 2                                                 |                                                            |
| Número de celdas por unidad       |  | 7                                                 |                                                            |
| Ancho celda                       |  | 11,05 m                                           |                                                            |
| Largo celda                       |  | 10,80 m                                           |                                                            |
| Altura celda                      |  | 4,58 m                                            |                                                            |
| Volumen total                     |  | 7502 m <sup>3</sup>                               |                                                            |
| TRH (a caudal máximo actual)      |  | 18,08 minutos                                     | valor límite                                               |
| <u>Clarificadores existentes:</u> |  |                                                   |                                                            |
| <u>Sector 3 y 6:</u>              |  |                                                   |                                                            |
| Número                            |  | 4                                                 |                                                            |
| Ancho                             |  | 27,58 m                                           |                                                            |
| Largo                             |  | 71,60 m                                           |                                                            |
| Altura                            |  | 4,55 m                                            |                                                            |
| <u>Sector 4 y 5:</u>              |  |                                                   |                                                            |
| Número                            |  | 2                                                 |                                                            |
| Ancho                             |  | 65,00 m                                           |                                                            |
| Largo                             |  | 76,00 m                                           |                                                            |
| Altura                            |  | 4,00 m                                            |                                                            |
| Área total                        |  | 17777 m <sup>2</sup>                              |                                                            |
| Tasa superficial                  |  | 37,80 m/h                                         | valor de diseño límite                                     |

#### 2- PROPUESTA AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE CLARIFICACIÓN EN PLANTA VIEJA

|                                             |  |                                                                               |                                                         |
|---------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <u>Caudal objetivo de ampliación</u>        |  | 9,00 m <sup>3</sup> /s<br>32400 m <sup>3</sup> /h<br>777600 m <sup>3</sup> /d | con sedimentadores 3 y 6 remodelados a Lamella          |
| <u>Floculación:</u>                         |  |                                                                               |                                                         |
| <u>Floculadores existentes:</u>             |  |                                                                               |                                                         |
| Número de unidades                          |  | 2                                                                             |                                                         |
| Número de celdas por unidad                 |  | 7                                                                             |                                                         |
| Ancho celda                                 |  | 11,05 m                                                                       |                                                         |
| Largo celda                                 |  | 10,80 m                                                                       |                                                         |
| Altura celda                                |  | 4,58 m                                                                        |                                                         |
| Volumen total                               |  | 7502 m <sup>3</sup>                                                           |                                                         |
| TRH (a caudal objetivo)                     |  | 13,89 minutos                                                                 |                                                         |
| <u>Floculadores complementarios:</u>        |  |                                                                               |                                                         |
| Número de unidades                          |  | 2,00                                                                          | Se toma volumen dentro de sedimentadores 3 y 6 actuales |
| Ancho celda                                 |  | 27,58 m                                                                       |                                                         |
| Longitud                                    |  | 12,50 m                                                                       |                                                         |
| Altura                                      |  | 4,55 m                                                                        |                                                         |
| Volumen total agregado de floculación       |  | 3137 m <sup>3</sup>                                                           |                                                         |
| TRH agregado                                |  | 5,81 min                                                                      |                                                         |
| TRH TOTAL                                   |  | 19,70 min                                                                     |                                                         |
| <u>Clarificadores Lamelares propuestos:</u> |  |                                                                               |                                                         |
| Número                                      |  | 4                                                                             |                                                         |
| Ancho bruto                                 |  | 27,58 m                                                                       | ancho neto reducido por canales triples longitudinales  |
| % de Ancho útil para sedimentación lamella  |  | 0,80                                                                          |                                                         |
| Ancho útil                                  |  | 22,06 m                                                                       |                                                         |
| Longitud disponible                         |  | 59,10 m                                                                       |                                                         |
| Altura                                      |  | 4,55 m                                                                        |                                                         |
| Área total                                  |  | 6519 m <sup>2</sup>                                                           |                                                         |
| Tasa superficial                            |  | 4,97 m/h                                                                      | Valor conservador para Lamella (ref 5 m/h)              |
| <u>Clarificadores Planta Nueva</u>          |  |                                                                               |                                                         |
| Capacidad nominal media                     |  | 12000 m <sup>3</sup> /h<br>288000 m <sup>3</sup> /d                           |                                                         |
| Capacidad total clarificación               |  | 1065600 m <sup>3</sup> /d                                                     | Capacidad total de clarificación Planta Nueva y Vieja   |

## Obra ampliación capacidad Usina AACC. Filtración

### PLANTA POTABILIZADORA AGUAS CORRIENTES (FILTRACIÓN PLANTA VIEJA)

#### 1- ANÁLISIS DE CONDICIÓN ACTUAL:

|                                          |                        |                                        |                                         |
|------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| DE CONDICIÓN ACTUAL:                     |                        |                                        |                                         |
| Caudal de operación actual de filtros PV |                        | 7,00 m3/s<br>25200 m3/h<br>604800 m3/d |                                         |
|                                          |                        |                                        |                                         |
| Datos de filtros                         |                        |                                        |                                         |
|                                          | Número en operación    | 18                                     | considero 2 unidades fuera de operación |
|                                          | Ancho (dobles)         | 10,16 m                                |                                         |
|                                          | Largo                  | 19,10 m                                |                                         |
|                                          | Area total             | 3493 m2                                |                                         |
|                                          | Tasa superficial media | 7,21 m/h                               |                                         |
|                                          |                        |                                        |                                         |
| Capacidad actual filtros Planta Nueva    |                        | 10000 m3/h<br>240000 m3/d              |                                         |
|                                          |                        |                                        |                                         |
| Capacidad máxima actual de filtración    |                        | 844800 m3/d                            |                                         |

#### 2- PROPUESTA AGUASUR AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE FILTRACIÓN EN PLANTA VIEJA

|                                                                       |          |             |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------|----------|-------------|-----------------------------------------|
| SISTEMA AGUASUR AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE FILTRACIÓN EN PLANTA NUEVA |          |             |                                         |
| Caudal de operación actual de filtros PV                              |          | 8,00 m3/s   |                                         |
|                                                                       |          | 28800 m3/h  |                                         |
|                                                                       |          | 691200 m3/d |                                         |
|                                                                       |          |             |                                         |
| Datos de filtros                                                      |          |             |                                         |
| Número en operación                                                   | 18       |             | considero 2 unidades fuera de operación |
| Ancho (dobles)                                                        | 10,16 m  |             |                                         |
| Largo                                                                 | 19,10 m  |             |                                         |
|                                                                       |          |             |                                         |
| Area total                                                            | 3493 m2  |             |                                         |
| Tasa superficial media                                                | 8,25 m/h |             |                                         |
|                                                                       |          |             |                                         |
| Capacidad actual filtros Planta Nueva                                 |          | 10000 m3/h  |                                         |
|                                                                       |          | 240000 m3/d |                                         |
|                                                                       |          |             |                                         |
| Capacidad máxima actual de filtración                                 |          | 931200 m3/d | suficiente para la demanda al 2045      |

#### VERIFICACIÓN REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN CAPACIDAD DE FILTRACIÓN EN PLANTA VIEJA AGUAS CORRIENTES

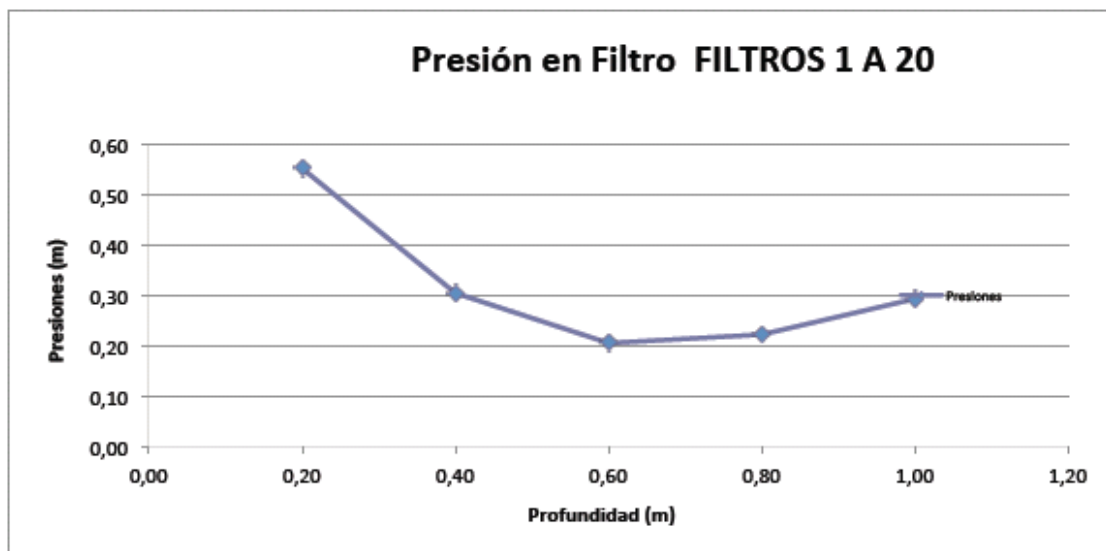
|                                |                                |   |                                          |
|--------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------------|
| Caudal total planta            |                                | c | Q <sub>L</sub> = 8000 L/s                |
| Número de filtros              |                                | d | N = 18 un                                |
| Caudal de diseño por filtro    |                                | c | Q <sub>L</sub> = 444 L/s                 |
| sector SP                      | Largo de celda                 | d | L = 10,16 m                              |
|                                | Ancho de celda                 | d | B = 19,10 m                              |
|                                | Área de filtración             | c | A <sub>filt</sub> = 194,1 m <sup>2</sup> |
|                                | Tasa de filtración             | c | T <sub>fil</sub> = 8,25 m/h              |
|                                | Pelo de agua en filtro         | d | C <sub>pa</sub> = 15,45 m                |
|                                | Nivel sobre falso fondo filtro | d | N <sub>ff</sub> = 13,41 m                |
| Tasa de filtración: 5 - 12 m/h |                                |   |                                          |

#### Medio filtrante: FILTROS PV

Verificación: Pérdidas de carga en funcionamiento en régimen y filtro sucio. Capa de antracita y arena

|                            |        |                  | Antracita | Arena           |                                    |            |                 |              |
|----------------------------|--------|------------------|-----------|-----------------|------------------------------------|------------|-----------------|--------------|
| Tasa de filtración         | d      | T <sub>fil</sub> | 8,2       | 8,2             | m/h                                | 197,881024 |                 |              |
| Turbiedad de entrada       | d      | Turb             | 3,0       | 3,0             | NTU                                |            |                 |              |
| Volumen específico         | d      | Vol esp          | 0,000134  | 0,000134        | m <sup>3</sup> /NTU/m <sup>3</sup> |            |                 |              |
| Porosidad inicial          | d      | Po               | 0,52      | 0,42            | adim                               |            |                 |              |
| Tamaño efectivo            | d      | Te               | 1,4       | 0,9             | mm                                 |            |                 |              |
| Camada                     | Li (m) | Sigma            | Tamaño    | Presión sup.(m) | Porosidad                          | h inf (m)  | presión inf.(m) | Ordenada (m) |
| 1- arena                   | 0,20   | 0,18             | 1,00      | 1,04            | 0,42                               | 0,69       | 0,55            | 0,20         |
| 2- arena                   | 0,20   | 0,15             | 1,00      | 0,55            | 0,42                               | 0,45       | 0,30            | 0,40         |
| 3- arena                   | 0,20   | 0,12             | 1,00      | 0,30            | 0,42                               | 0,30       | 0,21            | 0,60         |
| 4- arena                   | 0,20   | 0,08             | 1,00      | 0,21            | 0,42                               | 0,18       | 0,22            | 0,80         |
| 5- arena                   | 0,20   | 0,05             | 1,00      | 0,22            | 0,42                               | 0,13       | 0,29            | 1,00         |
| Totales                    | 1,00   |                  |           |                 |                                    | 1,75       |                 |              |
| Duración carrera de lavado |        | c                | T carr =  | 35,0            | hrs                                |            |                 |              |
| Espesor /tamaño efectivo   |        | c                |           | 1000,0          |                                    |            |                 |              |

Presión superficial inicial = pelo de agua - cota fondo - espesor manto - altura falso fondo



### Hidráulica de drenaje del filtro

#### Hidráulica de drenaje del filtro (falso fondo con boquillas)

|                                                    |   |      |                      |
|----------------------------------------------------|---|------|----------------------|
| Caudal por filtro                                  | d | Ql = | 444 l/s              |
| Caudal planta                                      | d | Q =  | 8000 l/s             |
| C H-W                                              | d | C =  | 120                  |
| Pérdida en boquilla                                |   |      | 0,150                |
| Caudal máximo por sector falso fondo               |   |      | 222,2 l/s            |
| dal máximo por ventanas viguetas transversales (3) |   |      | 74,1 l/s             |
| Área pasaje en viguetas                            |   |      | 0,320 m <sup>2</sup> |
| Velocidad pasaje                                   |   |      | 0,231 m/s            |
| Número pasajes equiv                               |   |      | 20,0                 |
| Pérdida unitaria                                   |   |      | 0,003 m              |
| Pérdida total en pasajes                           |   |      | 0,055 m              |

según catálogo IMAP para 8/25=0,3 m<sup>3</sup>/h/boq la pérdida es aprox 0,05 m la acrecienta por pérdida en pedregullo y otro

#### Tramo salida de agua filtrada hasta depósito

| Tramo                       | Coef. H-W | C = | D(mm) | Q (l/s) | v(m/s) | J(m/m) | L eq (m) | L brut (m) | L tot (m) | JL (m) |           |
|-----------------------------|-----------|-----|-------|---------|--------|--------|----------|------------|-----------|--------|-----------|
| tramo D600 unit             |           |     | 600   | 222     | 0,79   |        | 0,0010   | 40         | 1         | 41     | 0,040 *   |
| 2 semifiltros               |           |     | 600   | 444     | 1,57   |        | 0,0035   | 6          | 27        | 33     | 0,116 **  |
| 2 semifiltros               |           |     | 500   | 444     | 2,26   |        | 0,0085   | 36         | 27        | 63     | 0,533 *** |
| ducto para 5 filtros dobles |           |     | 1000  | 2222    | 2,83   |        | 0,0057   | 14         | 60        | 74     | 0,424 *** |
| Subtotal                    |           |     |       |         |        |        |          |            |           | 1,113  |           |

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Pérdida de carga total transporte    | 1,317  |
| Pérdida de carga en manto filtrante  | 1,747  |
| Pérdida de carga total               | 3,064  |
| Pelo de agua máximo necesario salida | 12,386 |
| Nivel máximo depósito                | 11,800 |
| Carga hidráulica disponible          | 0,586  |

- \* Salida + T salida de lado  
 \*\* Tramo recto + Te pasaje directo+  
 \*\*\* Tramo recto + Te pasaje directo+ reducción 600 x 500 + curva + salida ducto longitudinal



## **ANEXO 5**

### **MODELOS HIDRÁULICOS**

## 1. Modelo hidráulico utilizado en el Estudio

Para determinar el nivel de garantía, las reservas disponibles, la evolución de los embalses, los volúmenes vertidos para distintas consignas de operación se ha desarrollado una aplicación Excel donde se puede realizar todo tipo de simulaciones.

Las consignas de operación se fijan mediante los siguientes criterios:

### Embalse Casupá:

1. Aportación o caudal mínimo que se quiere asegurar en el río Santa Lucía a su paso por la Usina de AACCC expresado en  $\text{m}^3/\text{s}$ .
2. Caudal ecológico permanente expresado en  $\text{m}^3/\text{s}$ .
3. Caudal complementario a detraer cuando las aportaciones del río Santa Lucía sean menores que las definidas en el punto 1. Por defecto toma el valor de forma automática de  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  (caudal medio regulado) menos el caudal ecológico permanente fijado en 2.

### Embalse El Soldado:

4. Misma condición que en 1.
5. Caudal ecológico permanente expresado en  $\text{m}^3/\text{s}$ .
6. Caudal complementario a detraer cuando las aportaciones del río Santa Lucía sean menores que las definidas en el punto 1. Por defecto toma el valor de forma automática de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  (caudal medio regulado) menos el caudal ecológico permanente fijado en 5.

### Embalse Canelón

7. Misma condición que en 1.
8. Caudal complementario a detraer cuando las aportaciones del río Santa Lucía sean menores que las definidas en el punto 1. Por defecto toma el valor de forma automática de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Embalse Paso Severino

9. Complementa aportando los caudales necesarios para atender la demanda. No requiere entrada de datos alguna. Es el resultado de las consignas en los embalses anteriores.

## Bombeo del remanso de aguas abajo de AACC

10. Las condiciones iniciales son de permanecer inactivo, salvo situación justificada.

La entrada de datos al modelo se realiza únicamente desde la pestaña “Datos y resultados” utilizando los campos amarillos.

## 2. Series hidrológicas utilizadas

Los datos para la elaboración del modelo han sido extraídos de las series históricas de las estaciones de aforo de Paso Pache, Florida y Paso de Los Troncos, entre 1983 y 2012.

Estas series han sido tratadas debidamente para completar tramos con ausencia de datos, buscándolos en otras estaciones de aforo que sí podían disponer en las fechas buscadas. Se ha aplicado siempre el criterio de proporcionalidad, tanto para la interpolación de datos (en caso de ausencia), como para la deducción de las aportaciones consecuencia de los nuevos embalses.

Los valores medios anuales de la serie histórica se pueden ratificar tomando los datos diarios de caudales extraídos de las estaciones de aforo consultadas (1983-2012), que se resumen en la tabla siguiente.

| Estación de aforo  | Cuenca (Km <sup>2</sup> ) | m <sup>3</sup> /s promedio | hm <sup>3</sup> /día promedio | Aportación media anual (hm <sup>3</sup> ) |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Aguas Corrientes   | 9.200                     | 116,569                    | 10,072                        | 3.676                                     |
| Paso Pache         | 4.919                     | 61,712                     | 5,332                         | 1.946                                     |
| Paso Severino      | 2.500                     | 32,783                     | 2,760                         | 1.033                                     |
| Florida            | 1.740                     | 23,000                     | 1,987                         | 725                                       |
| Santa Lucía Grande | 6.700                     | 84,893                     | 7,335                         | 2.677                                     |

### 3. Contenido del modelo

La aplicación Excel contiene tres pestañas:

- Series hidrológicas
- Datos y resultados
- Balances

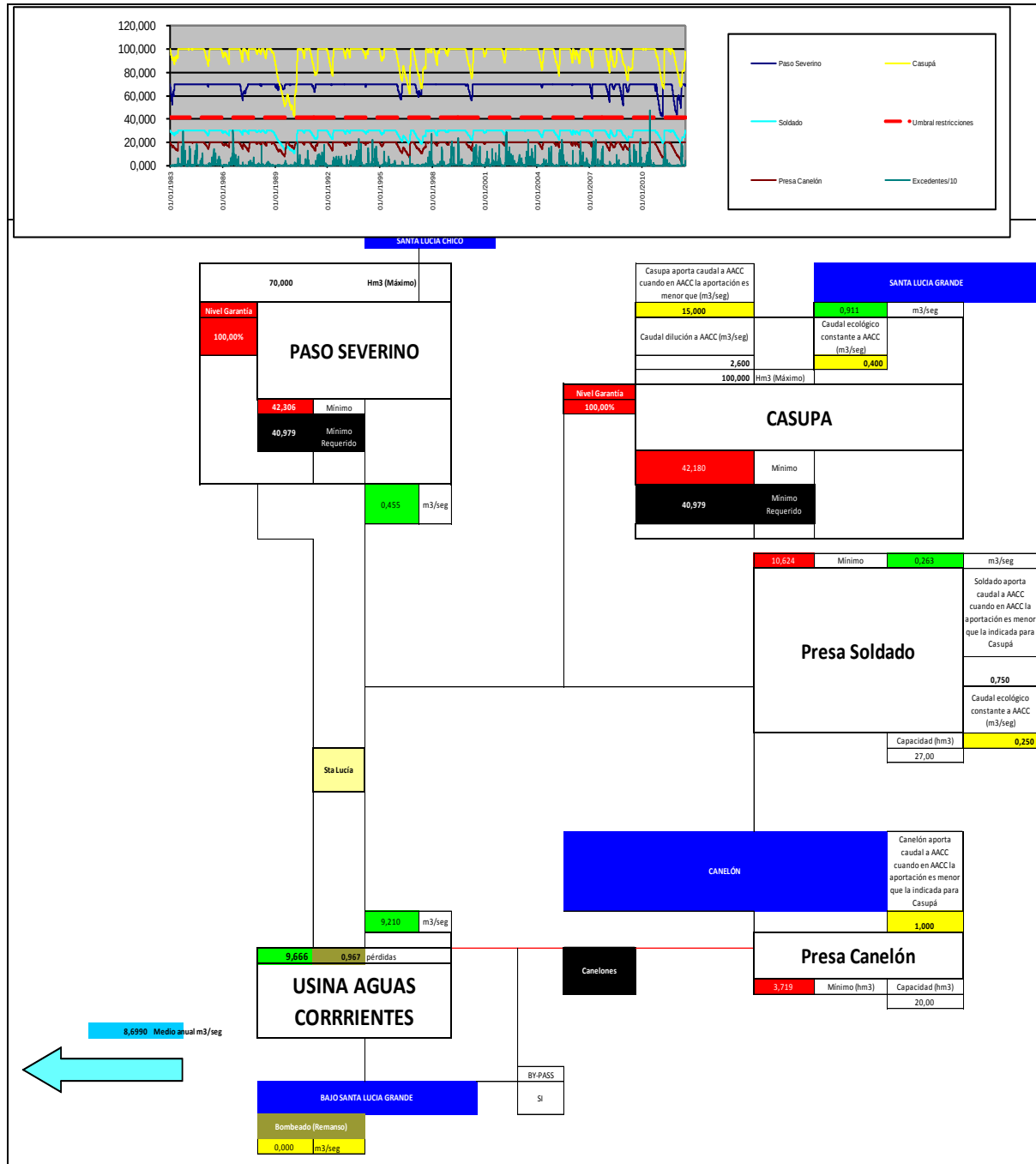
#### Series hidrológicas

Se presenta el encabezamiento de las series manejadas, con sus correspondientes cuencas. Los datos se han pasado de m<sup>3</sup>/s a hm<sup>3</sup>/día.

|            | PASO<br>PACHE: 4919<br>KM2 | FLORIDA :<br>1740 KM2 | Cuenca AACC<br>(interpolado),<br>9200 KM3 | Cuenca<br>AACC<br>diferencial<br>9200-2500-<br>685-250 | Paso Severino<br>(interpolado):<br>2500 KM3 | Fluyente Aguas<br>Corrientes<br>(interpolando): 9200-<br>2500= 6700 KM2 | Casupá, 685<br>km2 | El Soldado, 250<br>km2 | Presa Canelón,<br>290 km2 |
|------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| Fecha      | hm3/día                    | hm3/día               | hm3/día                                   | hm3/día                                                | hm3/día                                     | hm3/día                                                                 | hm3/día            | hm3/día                | hm3/día                   |
| 01/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,093              | 0,034                  | 0,003                     |
| 02/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,071              | 0,026                  | 0,003                     |
| 03/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,068              | 0,025                  | 0,003                     |
| 04/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,068              | 0,025                  | 0,003                     |
| 05/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,068              | 0,025                  | 0,003                     |
| 06/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,067              | 0,024                  | 0,003                     |
| 07/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,048              | 0,018                  | 0,003                     |
| 08/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,046              | 0,017                  | 0,003                     |
| 09/01/1983 | 0,054                      | 0,019                 | 0,097                                     | 0,064                                                  | 0,028                                       | 0,074                                                                   | 0,046              | 0,017                  | 0,003                     |

## Datos y resultados

Se presenta hoja de entrada de datos y resultados



Celdas en amarillo: Entrada de datos

Celdas en rojo (números en blanco): Salida de resultados

Celdas en negro (números en blanco): Requerimientos

Celdas en verde: Otros resultados que representan valores medios del movimiento de recursos expresados en m<sup>3</sup>/s.

**Balances todo se encuentra expresado en hm<sup>3</sup>/día y hm<sup>3</sup>**

Se presenta hoja de balances diarios:

| 1          | 2                                             | 3                                               | 4                                                      | 5                                                                      | 6                                                                                      | 7                                                                        | 8                                                                                            | 9                                                       |
|------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Fecha      | Necesidades desde AACC (hm <sup>3</sup> /día) | Aportación Paso Severino (hm <sup>3</sup> /día) | Aportaciones en la toma de AACC (hm <sup>3</sup> /día) | Volumen detraído por bombeo remanso aguas abajo (hm <sup>3</sup> /día) | Déficit aportaciones toma AACC respecto a la demanda desde AACC (hm <sup>3</sup> /día) | Volumen bombeado a AACC desde el río aguas arriba (hm <sup>3</sup> /día) | Volumen bombeado a AACC desde aportaciones reguladas en Paso Severino (hm <sup>3</sup> /día) | Excedentes en el río Santa Lucía (hm <sup>3</sup> /día) |
| 01/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,127                                                  | 0,000                                                                  | 0,707                                                                                  | 0,834                                                                    |                                                                                              |                                                         |
| 02/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,432                                                  | 0,000                                                                  | 0,402                                                                                  | 0,127                                                                    | 0,707                                                                                        | 0,000                                                   |
| 03/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,432                                                  | 0,000                                                                  | 0,402                                                                                  | 0,432                                                                    | 0,402                                                                                        | 0,000                                                   |
| 04/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,432                                                  | 0,000                                                                  | 0,402                                                                                  | 0,432                                                                    | 0,402                                                                                        | 0,000                                                   |
| 05/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,432                                                  | 0,000                                                                  | 0,402                                                                                  | 0,432                                                                    | 0,402                                                                                        | 0,000                                                   |
| 06/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,432                                                  | 0,000                                                                  | 0,402                                                                                  | 0,432                                                                    | 0,402                                                                                        | 0,000                                                   |
| 07/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,433                                                  | 0,000                                                                  | 0,401                                                                                  | 0,432                                                                    | 0,402                                                                                        | 0,000                                                   |
| 08/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,435                                                  | 0,000                                                                  | 0,398                                                                                  | 0,433                                                                    | 0,401                                                                                        | 0,000                                                   |
| 09/01/1983 | 0,834                                         | 0,028                                           | 0,435                                                  | 0,000                                                                  | 0,398                                                                                  | 0,435                                                                    | 0,398                                                                                        | 0,000                                                   |

Columna 1: Fecha de referencia hidrológica.

Columna 2: Son las necesidades de agua del Sistema Metropolitano al 2045, sin reducir pérdidas físicas y que tienen que ser bombeadas a la Usina de AACC.

Columna 3: Son las aportaciones a la entrada de Paso Severino y son reguladas por dicho embalse.

Columna 4: Son las aportaciones totales en la toma de agua bruta de AACC que provienen de la cuenca del río Santa Lucía Chico (vertidos y aportaciones reguladas de Paso Severino), más cuenca diferencial, vertidos y aportaciones reguladas desde Casupá y El Soldado más cuenca diferencial y vertidos y aportaciones de la cuenca del embalse Canelón Grande más cuenca diferencial.

Columna 5: Volumen que se detrae desde aguas abajo de AACC bombeado desde el remanso de dicho río. Es cero por defecto (premisa del Estudio).

Columna 6: Déficit de las aportaciones naturales del río (4) respecto a la demanda en AACC (2).

Columna 7: Volúmenes que se bombean a planta desde el río Santa Lucía por tener escorrentía suficiente, hasta dejar el río sin caudal.

Columna 8: Volúmenes que son aportados por Paso Severino para ser bombeados a AACC para cubrir el déficit del río cuando lo haya.

Columna 9. Excedentes del río Santa Lucía en AACC.

| SISTEMA PASO SEVERINO |                        |                            |                                        |                                                                 |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                       | 10                     | 11                         | 12                                     | 13                                                              |
| Fecha                 | Entradas-Salidas (hm3) | Caudal ecológico (hm3/día) | Volumen en embalse Paso Severino (hm3) | Vertidos Paso Severino =aportaciones Aguas Corrientes (hm3/día) |
|                       | 0,028                  | 0,000                      | 70,000                                 |                                                                 |
|                       | (0,679)                | 0,000                      | 69,321                                 | 0,000                                                           |
|                       | (0,374)                | 0,000                      | 68,947                                 | 0,000                                                           |
|                       | (0,374)                | 0,000                      | 68,573                                 | 0,000                                                           |
|                       | (0,374)                | 0,000                      | 68,199                                 | 0,000                                                           |
|                       | (0,374)                | 0,000                      | 67,825                                 | 0,000                                                           |
|                       | (0,374)                | 0,000                      | 67,450                                 | 0,000                                                           |

Columna 10: Balance en presa Paso Severino diferencia entre las entradas naturales según datos serie hidrológica menos volúmenes extraídos (8).

Columna 11. Caudal ecológico extraído de presa Paso Severino. Cero por defecto.

220



Columna 12: Volumen diario en presa Paso Severino expresado en hm<sup>3</sup>.

Columna 13: Vertidos en presa Paso Severino que se concentran en la toma de la usina de AACC.

| CASUPÁ |                           |                                     |                                                         |                                       |                                                               |
|--------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|        | 14                        | 15                                  | 16                                                      | 17                                    | 18                                                            |
| Fecha  | Entradas-Salidas<br>(hm3) | Caudal punta a<br>AACC<br>(hm3/día) | Caudal<br>ecológico<br>constante a<br>AACC<br>(hm3/día) | Volumen en<br>embalse<br>Casupá (hm3) | Vertidos<br>=aportaciones<br>Aguas<br>Corrientes<br>(hm3/día) |
|        | 0,058                     | 0,000                               | 0,035                                                   | 100,000                               | 0,058                                                         |
|        | (0,189)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 99,811                                | 0,000                                                         |
|        | (0,191)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 99,621                                | 0,000                                                         |
|        | (0,191)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 99,430                                | 0,000                                                         |
|        | (0,191)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 99,239                                | 0,000                                                         |
|        | (0,192)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 99,047                                | 0,000                                                         |
|        | (0,211)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 98,835                                | 0,000                                                         |
|        | (0,213)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 98,622                                | 0,000                                                         |
|        | (0,213)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 98,409                                | 0,000                                                         |
|        | (0,213)                   | 0,225                               | 0,035                                                   | 98,196                                | 0,000                                                         |

Columna 14: Balance en presa Casupá diferencia entre aportaciones cabecera cuenca del arroyo Casupá, según serie hidrológica (deducida) menos los volúmenes extraídos ecológicos permanentes y volúmenes sometidos a condición.

Columna 15: Volúmenes sometidos a condición.

Columna 16. Volúmenes ecológicos permanentes.

Columna 17. Volumen diario en presa Casupá en hm<sup>3</sup>.

Columna 18: Vertidos en presa Casupá que se concentran en la toma de la Usina de AACC.

| EL SOLDADO |                                                   |                                     |                                     |                                             |                                                                |
|------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|            | 19                                                | 20                                  | 21                                  | 22                                          | 23                                                             |
| Fecha      | Caudal ecológico constante (hm <sup>3</sup> /día) | Entradas-Salidas (hm <sup>3</sup> ) | Caudal punta (hm <sup>3</sup> /día) | Volumen en embalse Minas (hm <sup>3</sup> ) | Vertidos =aportaciones Aguas Corrientes (hm <sup>3</sup> /día) |
|            | 0,022                                             | (0,053)                             | 0,065                               | 30,000                                      | (0,053)                                                        |
|            | 0,022                                             | (0,061)                             | 0,065                               | 29,939                                      | 0,000                                                          |
|            | 0,022                                             | (0,061)                             | 0,065                               | 29,878                                      | 0,000                                                          |
|            | 0,022                                             | (0,061)                             | 0,065                               | 29,816                                      | 0,000                                                          |
|            | 0,022                                             | (0,061)                             | 0,065                               | 29,755                                      | 0,000                                                          |
|            | 0,022                                             | (0,062)                             | 0,065                               | 29,693                                      | 0,000                                                          |
|            | 0,022                                             | (0,069)                             | 0,065                               | 29,624                                      | 0,000                                                          |
|            | 0,022                                             | (0,070)                             | 0,065                               | 29,555                                      | 0,000                                                          |
|            | 0,022                                             | (0,070)                             | 0,065                               | 29,485                                      | 0,000                                                          |

Columna 19: Volúmenes ecológicos permanentes.

Columna 20: Balance en presa El Soldado diferencia entre aportaciones cabecera cuenca según serie hidrológica (deducida) menos los volúmenes extraídos ecológicos permanentes y volúmenes sometidos a condición.

Columna 21: Volúmenes sometidos a condición.

Columna 22. Volumen diario en presa El Soldado en hm<sup>3</sup>.

Columna 23 Vertidos en presa El Soldado que se concentran en la toma de la Usina de AACC.

| PRESA CANELÓN |                        |                                 |                         |                               |                                                   |
|---------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
|               | 24                     | 25                              | 26                      | 27                            | 28                                                |
| Fecha         | Entradas-Salidas (hm3) | Aportación Canelón a AACC (hm3) | Aportación Cuenca (hm3) | Volumen embalse Canelón (hm3) | Vertidos =aportaciones Aguas Corrientes (hm3/día) |
|               | 0,003                  |                                 | 0,003                   | 20,000                        |                                                   |
|               | (0,083)                | 0,086                           | 0,003                   | 19,917                        | 0,000                                             |
|               | (0,083)                | 0,086                           | 0,003                   | 19,834                        | 0,000                                             |
|               | (0,083)                | 0,086                           | 0,003                   | 19,750                        | 0,000                                             |
|               | (0,083)                | 0,086                           | 0,003                   | 19,667                        | 0,000                                             |
|               | (0,083)                | 0,086                           | 0,003                   | 19,584                        | 0,000                                             |
|               | (0,083)                | 0,086                           | 0,003                   | 19,501                        | 0,000                                             |
|               | (0,083)                | 0,086                           | 0,003                   | 19,418                        | 0,000                                             |

Columna 24: Balance en presa Canelón Grande, diferencia entre aportaciones cabecera de la cuenca del arroyo Canelón según serie hidrológica (deducida) menos los volúmenes extraídos sometidos a condición.

Columna 25: Volúmenes sometidos a condición.

Columna 26. Aportaciones naturales de la cuenca (deducidos por proporcionalidad).

Columna 27. Volumen diario en presa Canelón Grande en hm<sup>3</sup>.

Columna 28: Vertidos en presa Canelón que se concentran en la toma de la Usina de AACC.

#### **4. Limitaciones del modelo**

La aplicación que se ha desarrollado, pretende ser una herramienta con la aproximación suficiente para situar los niveles de garantía, reservas y acreditar el aseguramiento del abastecimiento al Sistema Metropolitano. No se ha considerado la evaporación en los cálculos por ser de compleja evaluación pudiendo ocurrir que el error cometido fuera mayor que la precisión pretendida. Tampoco se ha tenido en cuenta la histéresis del efecto almacenamiento en transitorios, ni las mermas por infiltración, compensadas por surgencias y por el efecto de estabilización que implica la operación del río con caudales permanentes ecológicos.

**ANEXO N ° 6**

**PLAN DE MONITORIZACIÓN OPERATIVA DE LA  
CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SANTA  
LUCÍA**

## 1. Alcance del plan de monitorización

El aseguramiento de la calidad del agua de la cuenca del río Santa Lucía dentro del marco de la alternativa seleccionada se fundamenta en conceptos preventivos relacionados con el mantenimiento de corrientes de agua por los cursos fluviales y con el conocimiento en tiempo real del estado del agua a lo largo de los ríos que conforman la cuenca del río Santa Lucía.

El mantenimiento de las corrientes fluviales se consigue mediante la regulación ejercida por los embalses de Casupá y El Soldado en la cabecera de la cuenca y el conocimiento en tiempo real del estado del agua en el objeto del plan y se obtiene mediante un sistema de adquisición, almacenamiento, tratamiento de datos y gestión de alarmas preventivas que son enviados desde los puntos de control seleccionados (estaciones remotas) a un puesto de control central (PCC sito en la Usina de AACC) por mediación de un sistema de comunicaciones (radiofrecuencia, telefonía celular, etc.). Estos procesos se conocen con la denominación genérica de SCADAs y su funcionamiento se sustenta en plataformas de software desarrollado específicamente para estas aplicaciones.

## 2. Utilidades del plan de monitorización

El plan de monitorización consistirá en la creación de una red de sensores estratégicamente dispuestos que aportarán datos automáticamente a una base central de procesamiento y responde a la necesidad de conocer los parámetros físico-químicos y biológicos del agua con antelación suficiente para la toma de decisiones y preparación de los procesos de tratamiento en planta, con sentido previsor y optimizador.

Mediante la implantación de un plan de monitorización se podrá realizar por lo tanto:

- Seguimiento de episodios de contaminación difusa, eventuales y/o accidentales
- Gestión eficiente de la Usina respecto a la dosificación optimizada preventiva
- Detectar, al incrementar los tiempos de muestreo (1 minuto, 5 minutos, 60 minutos, etc.) una serie de puntos "conflictivos" en los cuales hay un riesgo mayor de producirse fenómenos o episodios de alteración de la calidad. Estos episodios suelen pasar desapercibidos en muestreos cuya frecuencia máxima es mensual, y no son detectados más que cuando por su gran entidad afectan de forma importante el medio acuático
- Suministrar información para la realización de un modelo de calidad y de regeneración natural en función de la actividad agropecuaria
- Estudio de tendencias evolutivas de sustancias contaminantes

- Caracterización del agua por el procesamiento de miles de datos
- Relación de contaminación estacional y permanente con los caudales de la cuenca
- Disponer de mapas del río en tiempo real con código colores (verde, amarillo, rojo)
- Disponer de información de apoyo para DINAMA
- Asegurar con un elevado nivel de garantía la calidad de agua en el Sistema Metropolitano

### 3. Componentes del sistema de monitorización

Se ha considerado a largo plazo la implantación de 25 estaciones remotas situadas estratégicamente a lo largo de unos 300 km de río, lo cual supone un promedio de 1 estación de control por cada 12 km.

Los componentes del sistema de monitorización son los siguientes:

- Estaciones de instrumentación y transductores
- Control local, PLC, alimentación eléctrica y tiempos de refresco
- Comunicaciones y servidor de comunicaciones
- Centro de control y de visualización
- Pantallas de usuarios
- Software aplicativo

#### a. Estaciones de instrumentación y transductores:

Se alojan en módulos herméticos, con mecanismos de aspiración secuencial de la muestra. Se instalan junto a estaciones de aforo (aprovechando la infraestructura) y en aquellos puntos estratégicos (confluencias de ríos, aguas debajo de industrias potencialmente contaminantes, cabeceras de los ríos, etc.). Los parámetros que se analizarán en continuo son los siguientes:

- Temperatura
- pH
- Conductividad
- Redox
- Amonio y nitratos
- Materia orgánica y TOC

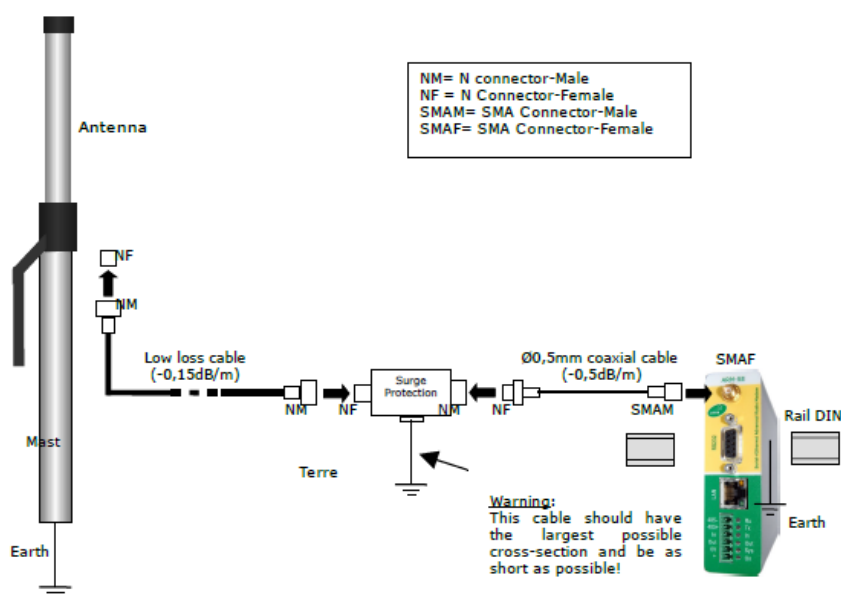


## b. Control local, PLCs, alimentación eléctrica y tiempos de refresco

Estas estaciones remotas tienen alojados PLCs, encargados de la lógica local y del almacenamiento de datos en tanto no son enviados al centro de control de datos. Están alimentadas por baterías solares y SAIs recargables para asegurar que los datos no se pierden caso de fallar las comunicaciones. Los tiempos de refresco de la información (pooling) se realizan a voluntad del operador del sistema.

## c. Comunicaciones y servidor de comunicaciones

La transmisión cifrada de los datos al centro de control se hace compatible para cualquier sistema SMS, GPRS, Radioenlaces, etc. Para el presente plan se ha pensado en radioenlaces digitales con redundancia a celulares donde sea posible. Esta información llega a un servidor de comunicaciones (front-end) que gestiona la interfase entre el sistema de comunicación adoptado y el servidor principal del sistema.



The use of a type RG58 (-1 dB/m) coaxial cable is not recommend (high loss).

### Detalle de instalación antenas

**d. Centro de control y visualización**

Es el lugar donde se reciben los parámetros de calidad, se estudian y valoran y se toman decisiones, gestionándose alarmas, eventos. También se caracterizan las aguas y los históricos. En cuanto a la visualización, se debe implementar:

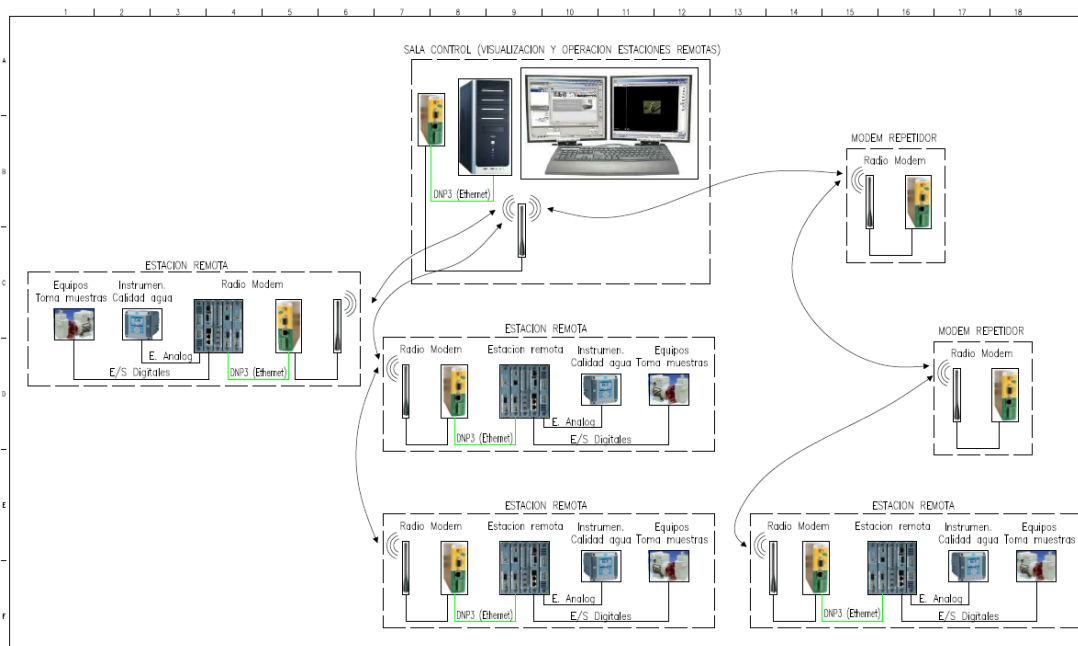
- Visualización conjunta de todas las estaciones con expresión de los parámetros de calidad y su variación en la última hora
- Visualización esquemática de los parámetros de calidad a lo largo de la red con sus curvas de tendencias
- Visualización esquemática de los parámetros de calidad en comparación de las medias registradas, medianas y otros valores estadísticos.
- Visualización de las variables en estado de alarma que se encontrarán parpadeantes o en color característico
- Visualización de intrusismo, vandalismo, etc.

**e. Pantallas de usuarios**

Estas aplicaciones con diferentes grados de privilegios de uso (cambio de umbrales de alarma, modificación de pooling, etc.) se pueden instalar a los “clientes del sistema” en sus PCs personales de trabajo y a través de los teléfonos celulares.

**f. Software aplicativo**

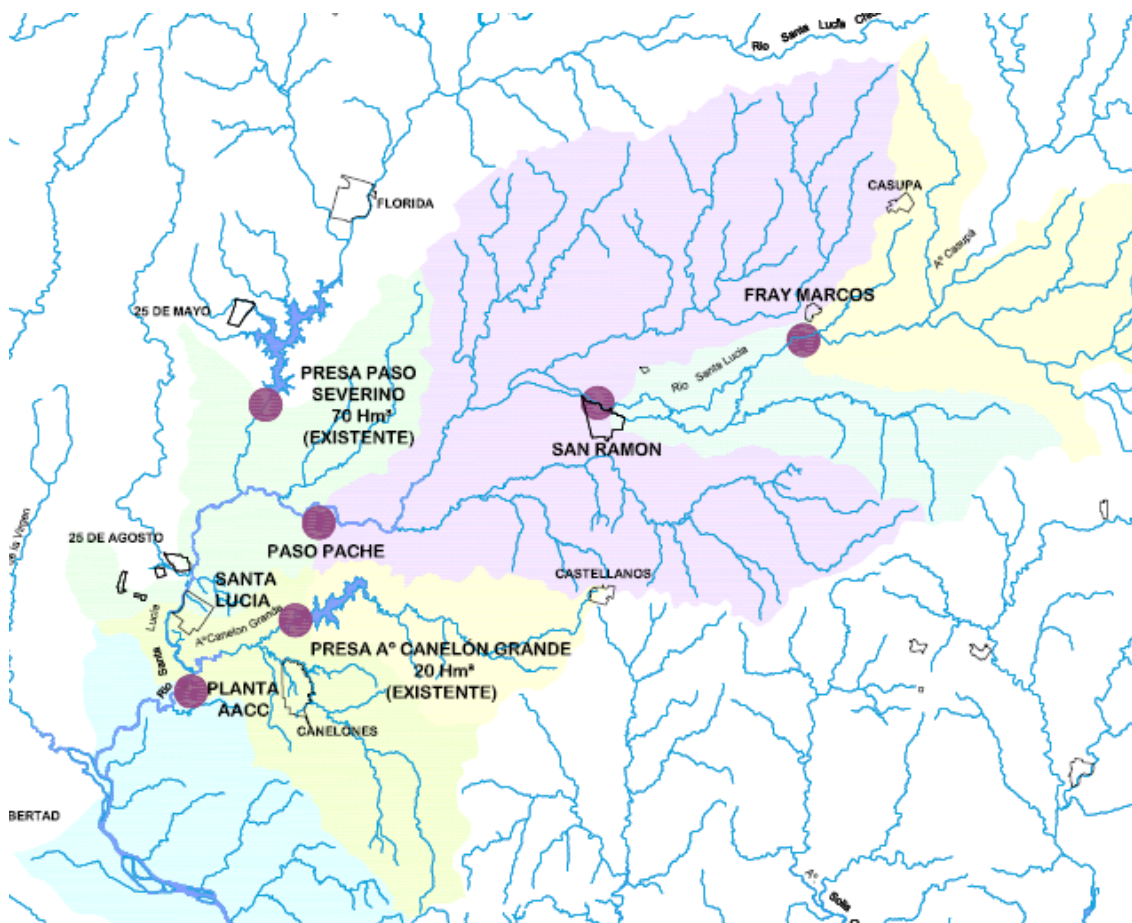
Es el soporte que posibilita el funcionamiento del sistema informático, se pueden utilizar patentes, aplicaciones propias, etc. Para este estudio está considerado un sistema operativo muy reconocido internacionalmente (wonderware archestra)



**Esquema de comunicaciones**

#### 4. Valoración del plan de monitorización

La valoración se ha realizado pensando en el largo plazo donde podrían instalarse un máximo de 25 estaciones de control. Este plan debe desplegarse con arreglo a las necesidades y en el arranque del proyecto de aseguramiento, **se ha estimado suficiente la instalación de 6 estaciones de control y el puesto de control central en la Usina AACC.**



Ubicación estaciones de control

También se ha considerado en la valoración que todas las estaciones de control se equipen para las máximas prestaciones y que en todas ellas será precisa la alimentación eléctrica a través de paneles solares y la transmisión de datos vía radio.

La valoración total para las 25 estaciones indicadas asciende (IVA e impuestos incluidos) a la cantidad de 3.500.000 US\$, según el detalle que a continuación se presenta.

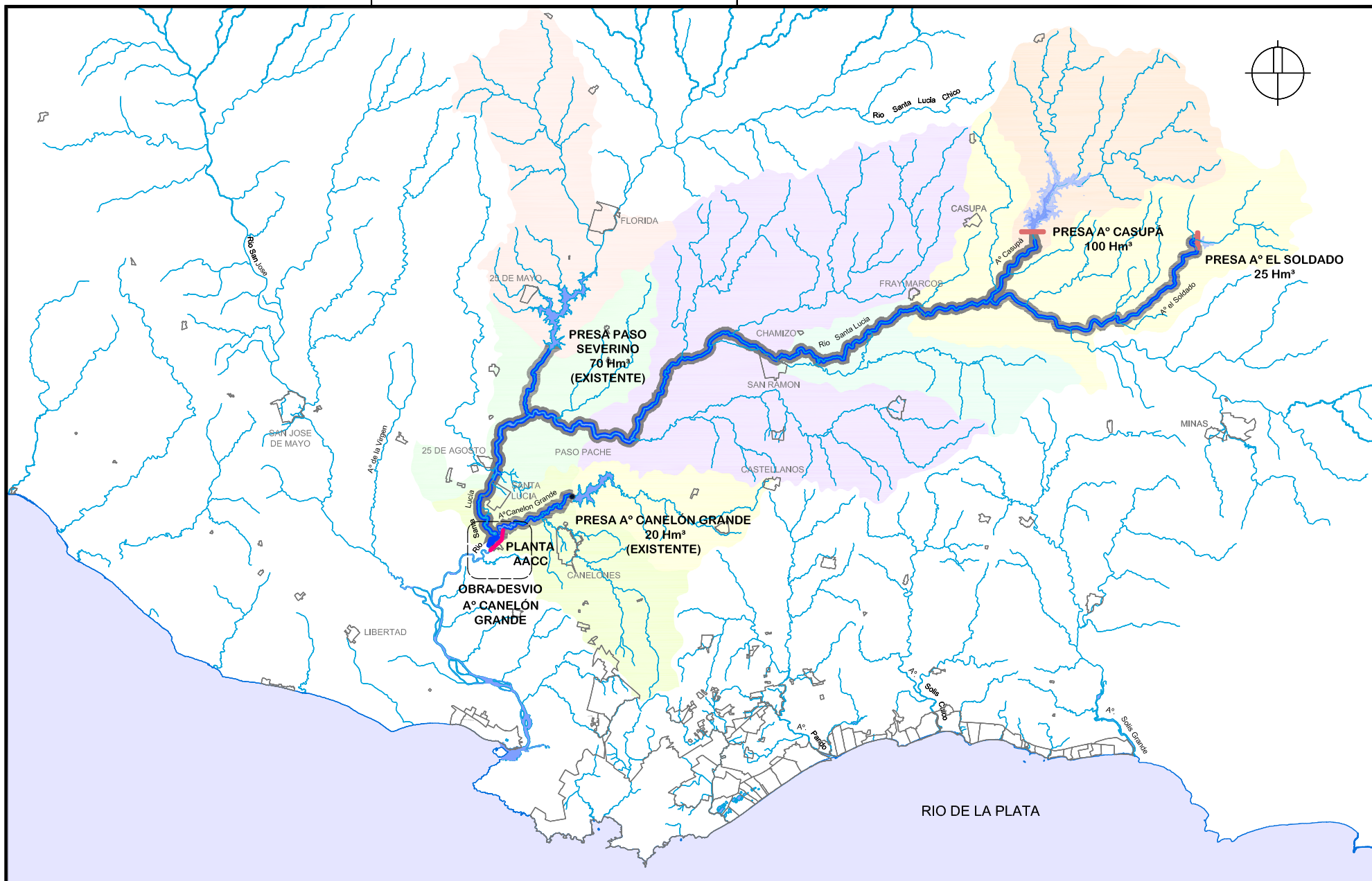
|    |                                                          |                    |                       |
|----|----------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1  | <b>Estación remota</b>                                   |                    |                       |
|    | pH y temperatura                                         | 936,00 €           |                       |
|    | Conductividad                                            | 868,00 €           |                       |
|    | ORP                                                      | 1.015,00 €         |                       |
|    | Amonio y nitrato                                         | 5.970,00 €         |                       |
|    | Materia orgánica con correlación a TOC                   | 18.200,00 €        |                       |
|    | Instalación                                              | 5.000,00 €         |                       |
|    |                                                          | <b>31.989,00 €</b> |                       |
| 1  | <b>Electrónica para control local y comunicaciones</b>   |                    |                       |
|    | PLCs controlador salidas analógicas /digitales           | 1.500,00 €         |                       |
|    | Display para controlador                                 | 2.245,00 €         |                       |
|    | Cableados                                                | 2.200,00 €         |                       |
|    |                                                          | <b>5.945,00 €</b>  |                       |
| 1  | <b>Obra civil instalación estación remota</b>            |                    |                       |
|    | Acondicionamiento accesos                                | 1.250,00 €         |                       |
|    | Plataforma fijación en lugar no inundable                | 5.500,00 €         |                       |
|    | Recinto protector                                        | 1.000,00 €         |                       |
|    |                                                          | <b>7.750,00 €</b>  |                       |
| 1  | <b>Instalación bomba toma muestra</b>                    |                    |                       |
|    | Equipo electrobomba                                      | 850,00 €           |                       |
|    | Tubería (200 metros)                                     | 3.000,00 €         |                       |
|    | Obra fijación río                                        | 1.790,00 €         |                       |
|    |                                                          | <b>5.640,00 €</b>  |                       |
| 1  | <b>Instalación alimentación eléctrica (fotovoltaica)</b> |                    |                       |
|    | Paneles (2.000 W)                                        | 2.710,00 €         |                       |
|    | Cuadros                                                  | 720,00 €           |                       |
|    | Baterías (UPS)                                           | 500,00 €           |                       |
|    |                                                          | <b>3.930,00 €</b>  |                       |
| 1  | <b>Instalación equipos de radio digital (TETRA)</b>      |                    |                       |
|    | Antenas, soportes y vientos                              | 1.250,00 €         |                       |
|    | Modems                                                   | 300,00 €           |                       |
|    | PLCs comunicaciones                                      | 600,00 €           |                       |
|    | Equipo radio                                             | 780,00 €           |                       |
|    |                                                          | <b>2.930,00 €</b>  |                       |
| 25 | <b>Estaciones remotas idénticas</b>                      | 58.184,00 €        | <b>1.454.600,00 €</b> |

|   |                                                                           |                     |                       |                     |
|---|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | <b>Puesto receptor transmisor de comunicaciones en AACC compuesto por</b> |                     |                       |                     |
|   | Instalación equipos de radio digital (TETRA)                              | 2.500,00 €          |                       |                     |
|   | Antenas, soportes y vientos                                               | 600,00 €            |                       |                     |
|   | Modems                                                                    | 1.200,00 €          |                       |                     |
|   | PLCs comunicaciones                                                       | 1.500,00 €          |                       |                     |
|   | Equipo radio                                                              | <b>5.800,00 €</b>   |                       |                     |
| 1 | <b>Puesto de control central compuesto por</b>                            |                     |                       |                     |
|   | Front end comunicaciones (2)                                              | 2.500,00 €          |                       |                     |
|   | Servidores plataforma archestra (2)                                       | 2.300,00 €          |                       |                     |
|   | Software y programación                                                   | 70.550,00 €         |                       |                     |
|   | Ordenadores de visualización (4)                                          | 4.300,00 €          |                       |                     |
|   | Video wall y presentaciones gráficas sinópticas(1)                        | 10.000,00 €         |                       |                     |
|   |                                                                           | <b>89.650,00 €</b>  |                       |                     |
| 1 | <b>Puesta en marcha y operación (1 año)</b>                               | <b>210.000,00 €</b> |                       |                     |
| 1 | <b>Total en AACC</b>                                                      | <b>305.450,00 €</b> | <b>305.450,00 €</b>   |                     |
|   |                                                                           |                     |                       |                     |
|   | <b>Total (euros)</b>                                                      |                     | <b>1.760.050,00 €</b> |                     |
|   |                                                                           |                     |                       |                     |
|   | <b>Total US\$ (1,32)</b>                                                  |                     |                       | <b>2.323.266,00</b> |
|   | Otras obras accesorias                                                    | 0%                  | 2.323.266,00          | -                   |
|   | Imprevistos                                                               | 5%                  | 2.323.266,00          | 116.163,30          |
|   | Proyecto y DO                                                             | 10%                 | 2.323.266,00          | 232.326,60          |
|   | <b>Total US\$</b>                                                         |                     |                       | <b>2.671.755,90</b> |
|   | IVA                                                                       | 22%                 | 2.671.755,90          | 587.786,30          |
|   | Leyes Sociales                                                            | 9%                  | 2.671.755,90          | 240.458,03          |
|   | <b>Total US\$</b>                                                         |                     |                       | <b>3.500.000</b>    |

## **ANEXO N ° 7**

### **PLANOS**



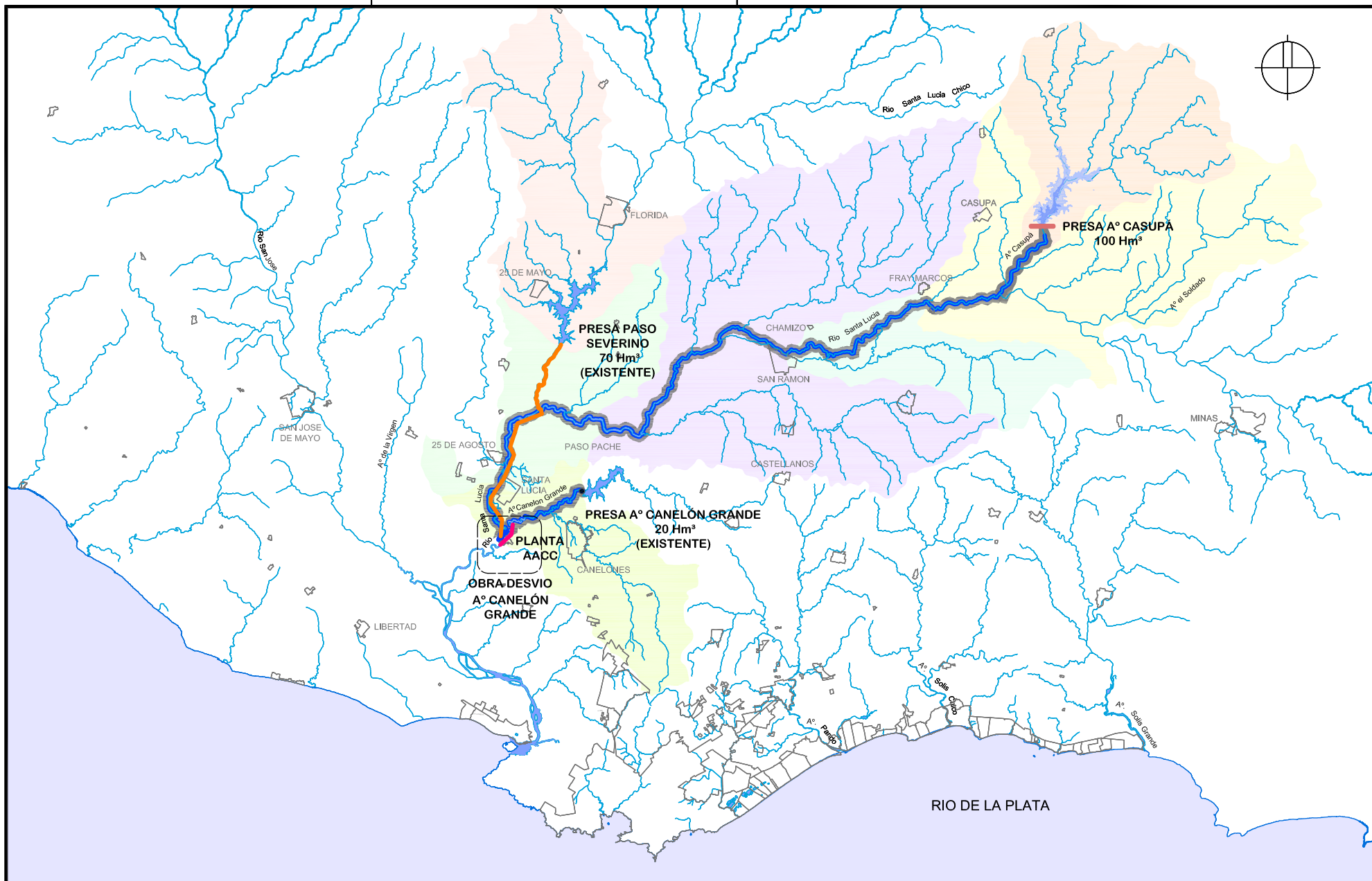


**SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO**

### ALTERNATIVA 1.1

PRESAS CUENCA ALTA SANTA LUCÍA

|           |              |
|-----------|--------------|
| FECHA     | Octubre 2013 |
| ESCALA    | 1/5000       |
| LÁMINA N° |              |



#### REFERENCIAS

|  |                                 |  |                     |
|--|---------------------------------|--|---------------------|
|  | Conducción por Curso de agua    |  | Cierre futura presa |
|  | Desvío A° Canelón Grande        |  |                     |
|  | Tubería agua bruta por gravedad |  |                     |

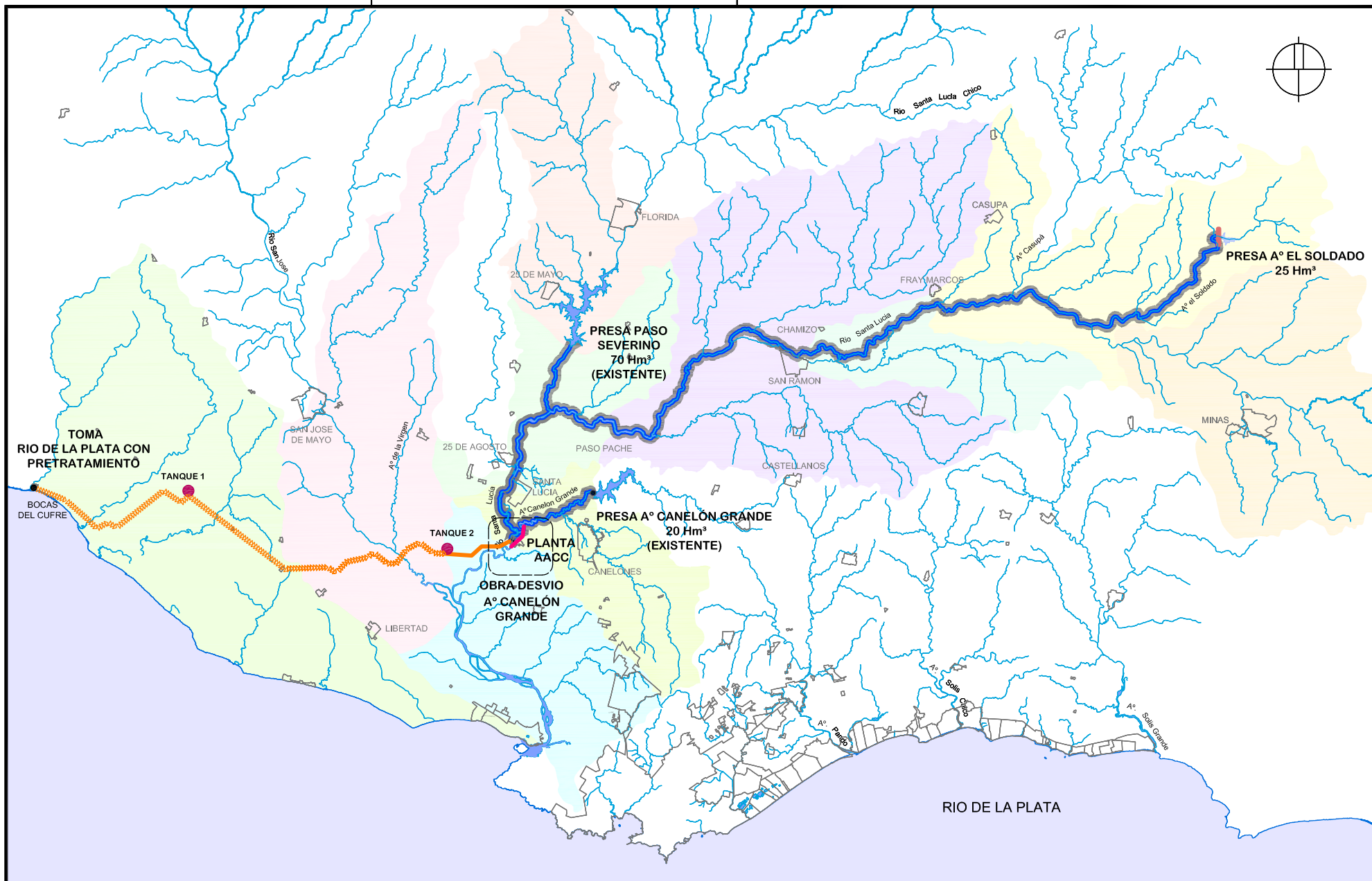


**SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO**

#### ALTERNATIVA 1.2

PRESA CUENCA ALTA STA. LUCÍA CON ENTUBADO SEVERINO-AACC

|           |              |
|-----------|--------------|
| FECHA     | Octubre 2013 |
| ESCALA    | 1/5000       |
| LÁMINA N° | 2            |



#### REFERENCIAS

|  |                                 |  |                              |
|--|---------------------------------|--|------------------------------|
|  | Impulsión agua bruta            |  | Conducción por Curso de agua |
|  | Tubería agua bruta por gravedad |  | Desvío A° Canelón Grande     |
|  | Cierre futura presa             |  | Tanque intermedio            |



**SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO**

#### ALTERNATIVA 2.1

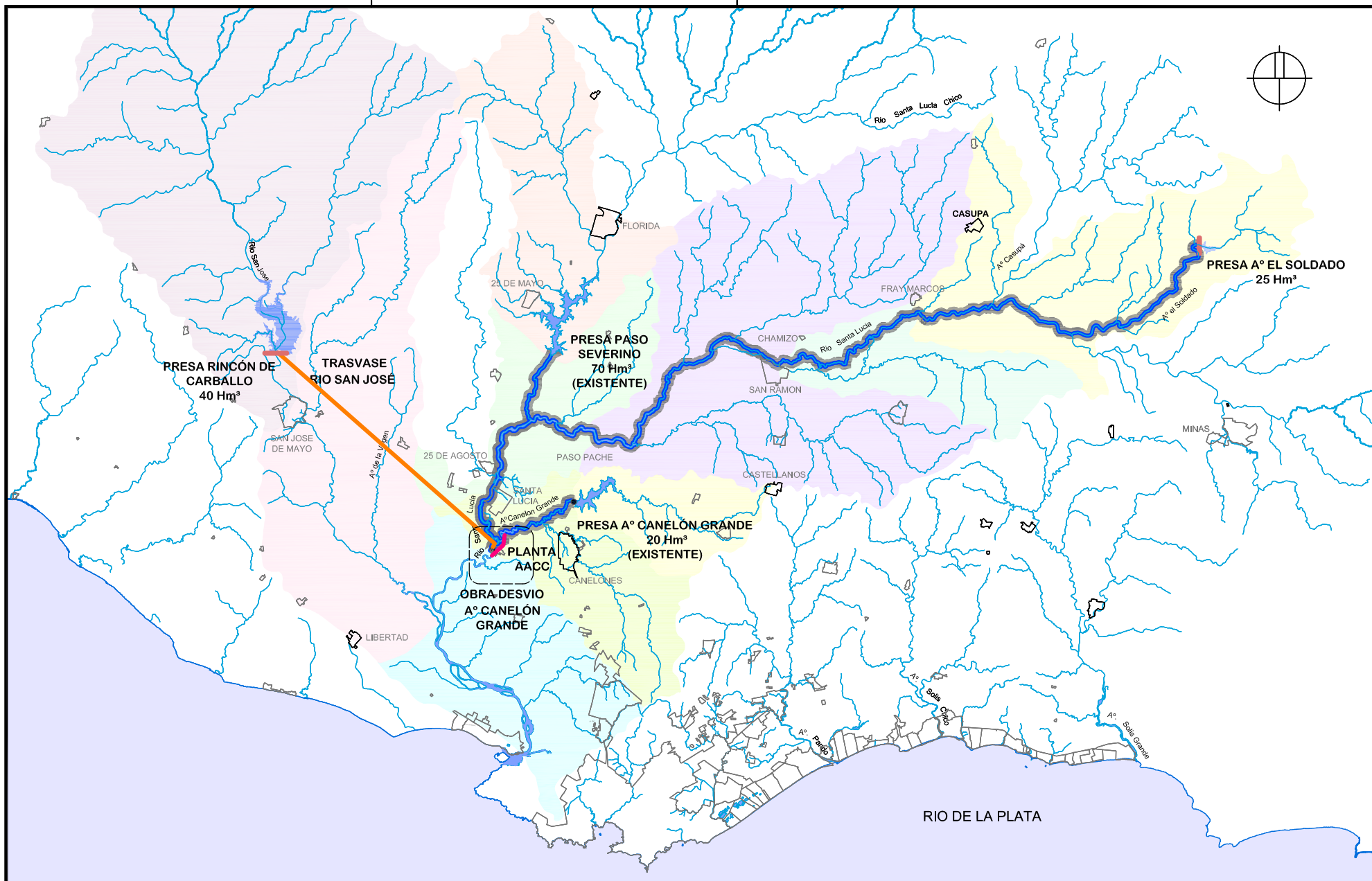
TOMA RÍO DE LA PLATA HACIA AACC

|           |              |
|-----------|--------------|
| FECHA     | Octubre 2013 |
| ESCALA    | 1/5000       |
| LÁMINA N° | 3            |









#### REFERENCIAS

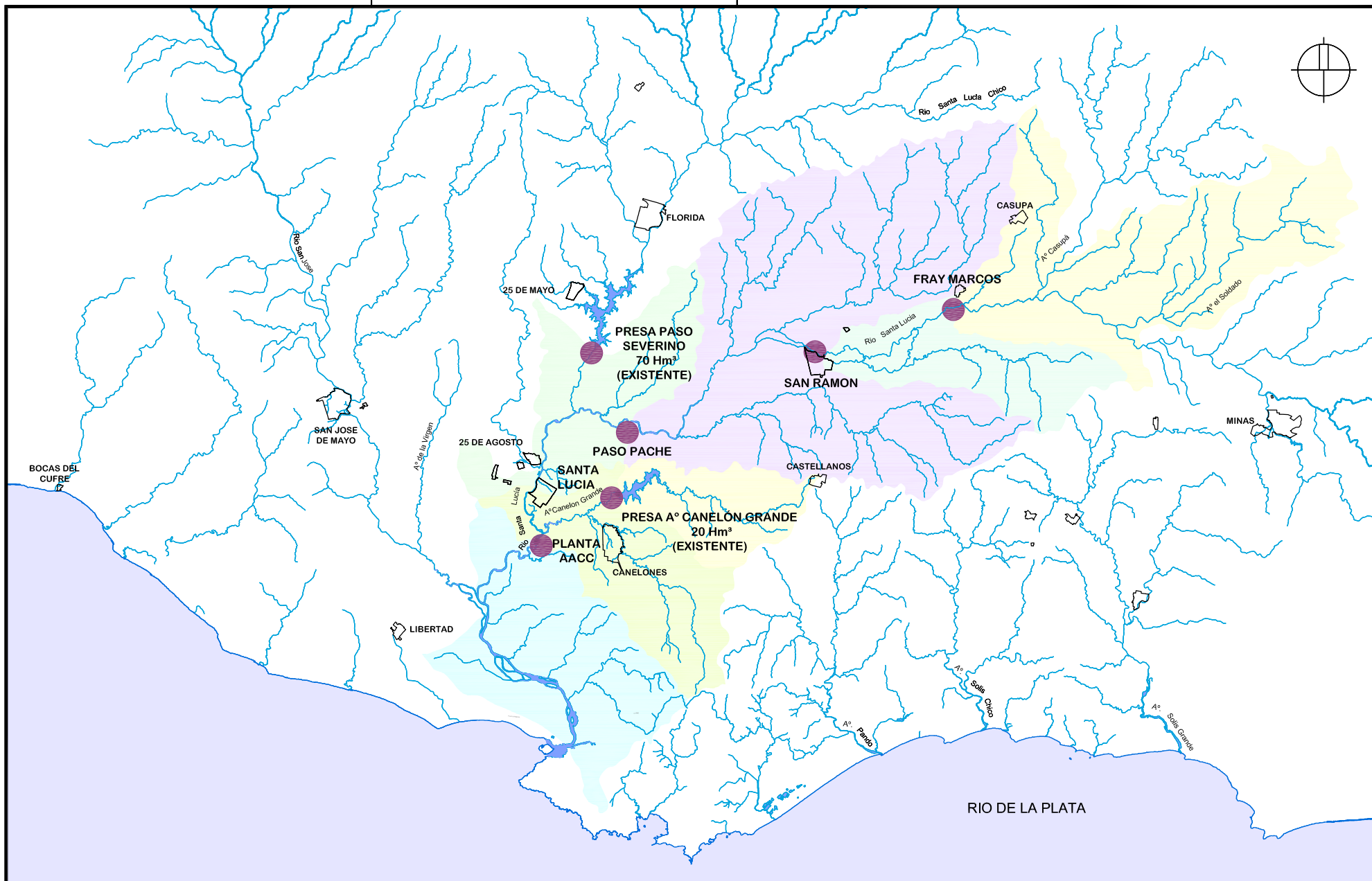
|  |                                 |  |                     |
|--|---------------------------------|--|---------------------|
|  | Conducción por Curso de agua    |  | Cierre futura presa |
|  | Desvío A° Canelón Grande        |  |                     |
|  | Tubería agua bruta por gravedad |  |                     |



**SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO**

**ALTERNATIVA 3**  
TRASVASE CUENCA RÍO SAN JOSÉ HACIA AACC

|           |              |
|-----------|--------------|
| FECHA     | Octubre 2013 |
| ESCALA    | 1/5000       |
| LÁMINA N° | 6            |



#### NOTAS:

Los parámetros que se proponen monitorear son los siguientes:

- pH
- Conductividad
- Temperatura
- Amonio
- Nitrato
- TOC
- Potencial Redox

#### REFERENCIAS

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | Puntos de monitoreo |
|  |                     |
|  |                     |

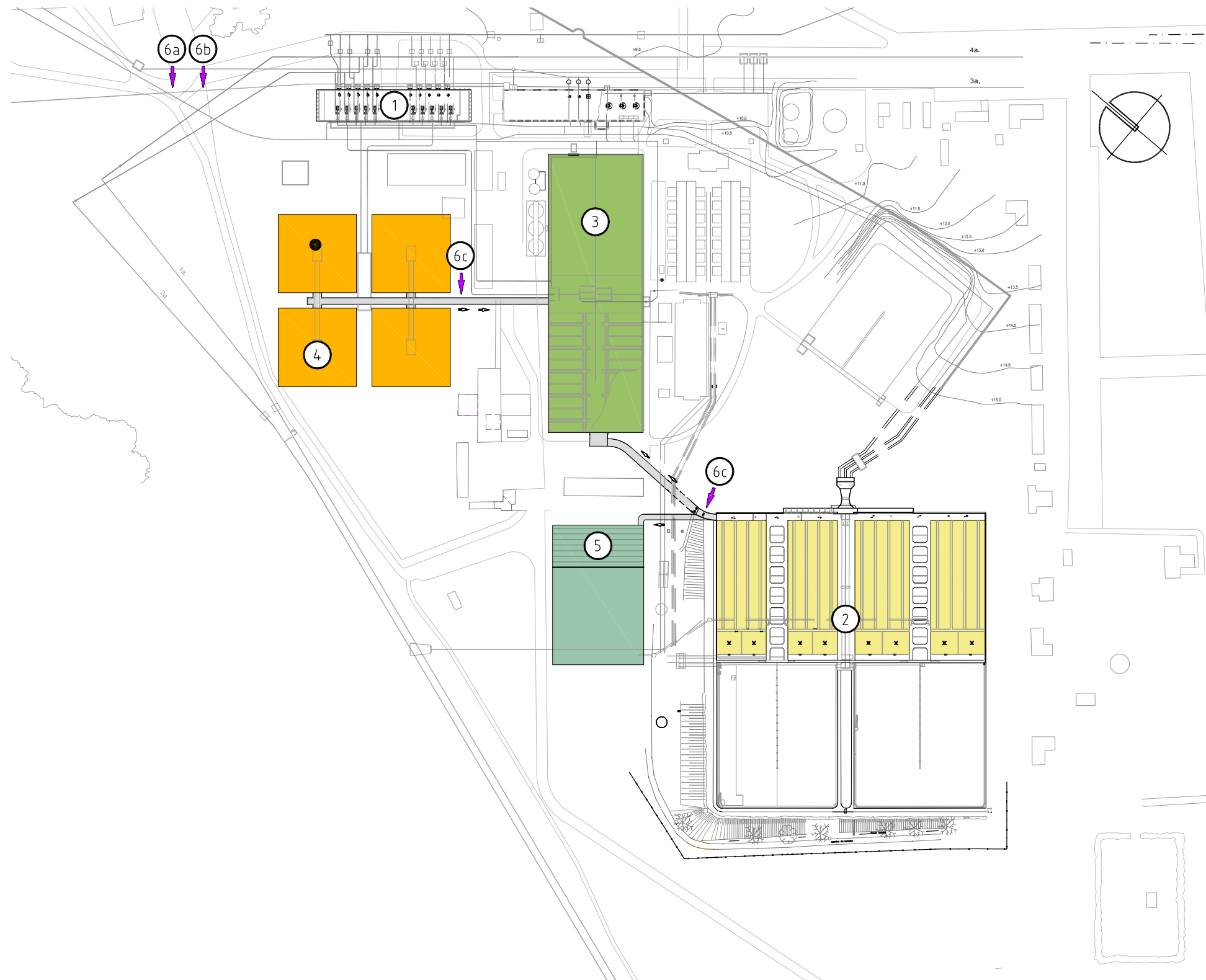


#### SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO

PUNTOS DE MONITOREO  
CUENCA SANTA LUCÍA

|           |              |
|-----------|--------------|
| FECHA     | Octubre 2013 |
| ESCALA:   | 1/5000       |
| LÁMINA N° |              |





### referencias

1. SALAS DE BOMBAS PROVEEDORAS Y ELEVADORAS (EXISTENTES)
2. AMPLIACIÓN CAPACIDAD DE CLARIFICACIÓN SECTORES 3 Y 6 (PLANTA VIEJA) (CAP. FINAL= 32.400 m3/hr)
3. REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD FILTROS PLANTA VIEJA (CAP. FINAL= 32.000 m3/hr)
4. PLANTA NUEVA DE CLARIFICACIÓN (CAP. ACTUAL = 12.000 m3/hr)
5. PLANTA NUEVA DE FILTRACIÓN (CAP. ACTUAL= 10.000 m3/hr)
6. PUNTOS DE APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS ESPECIALES:
  - a. CARBÓN ACTIVADO EN POLVO (PAC) EN ENTRADA AGUA BRUTA
  - b. PRE-OXIDACIÓN CON DIÓXIDO DE CLORO (NO SIMULTÁNEO CON PAC)
  - c. INTEROXIDACIÓN CON DIÓXIDO DE CLORO



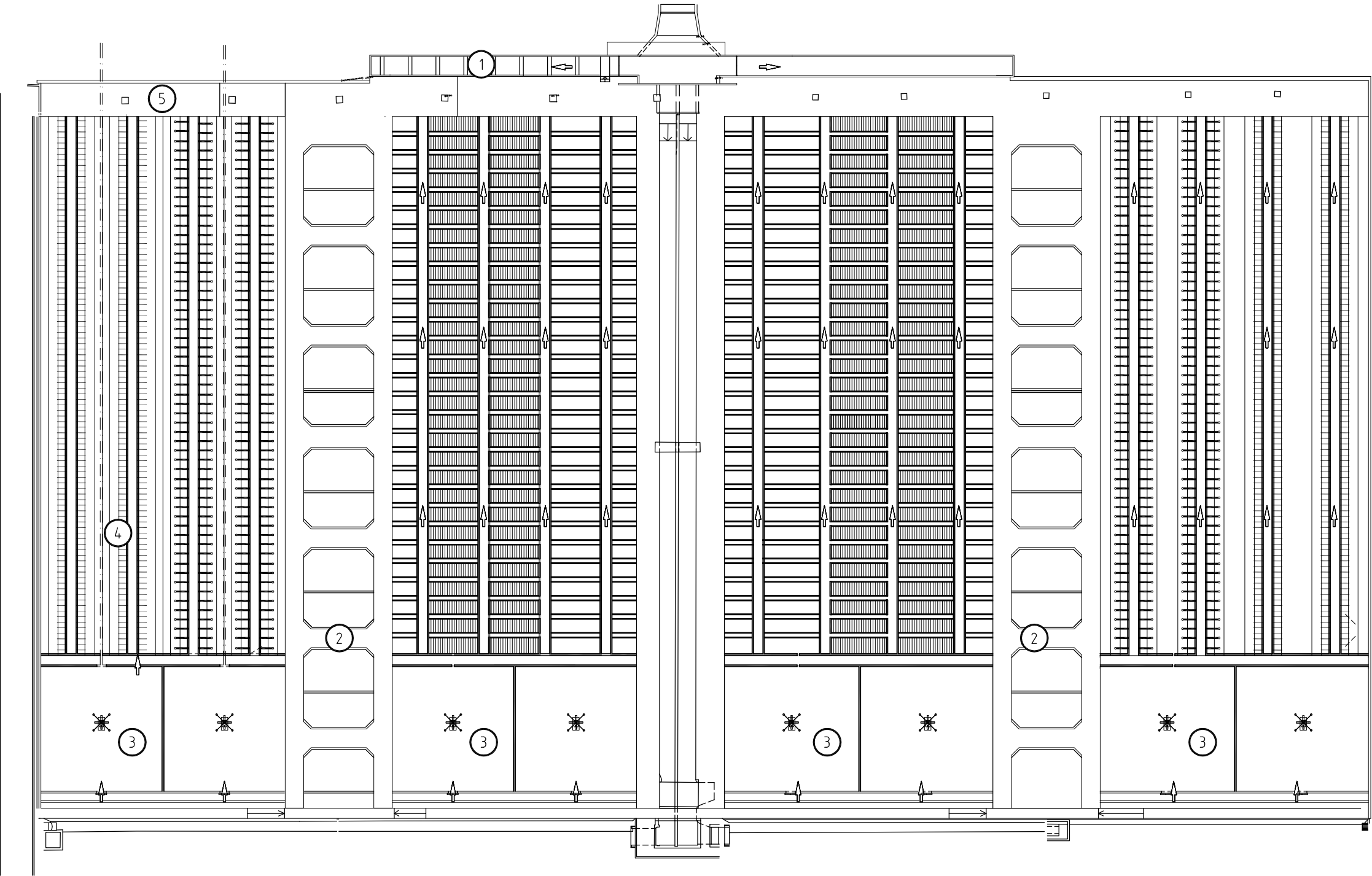
### SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO

Planta General de Usina Aguas Corrientes  
con ubicación de instalaciones principales.

FECHA  
Octubre 2013  
ESCALA:  
1/5000  
LAMINA N°

PLANTA

ESCALA 1:500



referencias

- 1. CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA COAGULADA (EXISTENTE)
- 2. FLOCULADOR MECÁNICO: SIETE CELDAS EN SERIE CON AGITADORES DE TURBINA VERTICALES (EXISTENTES)
- 3. NUEVAS CELDAS DE FLOCULACIÓN
- 4. CLARIFICADOR TIPO LAMELLA (REMODELACIÓN CON SISTEMA DE CANALES LONGITUDINALES TRIPLES):
  - a. CANAL SUPERIOR DE AGUA DECANTADA
  - b. CANAL INTERMEDIO DE DISTRIBUCIÓN LONGITUDINAL DE AGUA FLOCULADA (SECCIÓN VARIABLE)
  - c. CANAL INFERIOR DE COLECTA DE LODO DE FONDO
  - d. TUBOS SECUNDARIOS DE ENTRADA DE AGUA FLOCULADA
  - e. TOLVAS DE LODOS Y TUBERÍAS SECUNDARIAS DE SALIDA DE LODO SEDIMENTADO
  - f. MÓDULOS LAMELLA DE SEDIMENTACIÓN ACELERADA
  - g. CANALES SUPERIORES SECUNDARIOS DE SALIDA DE AGUA CLARIFICADA
- 5. CANALES DE SALIDA:
  - a. CANAL SUPERIOR DE TRANSPORTE DE AGUA CLARIFICADA A FILTROS
  - b. CANAL INFERIOR DE LODOS A SECTOR TRATAMIENTO DE LODOS.

referencias gráficas

EXISTENTE A MANTENER  
A CONSTRUIR

**SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO**

Propuesta de rehabilitación y ampliación de capacidad de clarificación de sectores 3 y 6 de Planta Vieja: Planta

FECHA

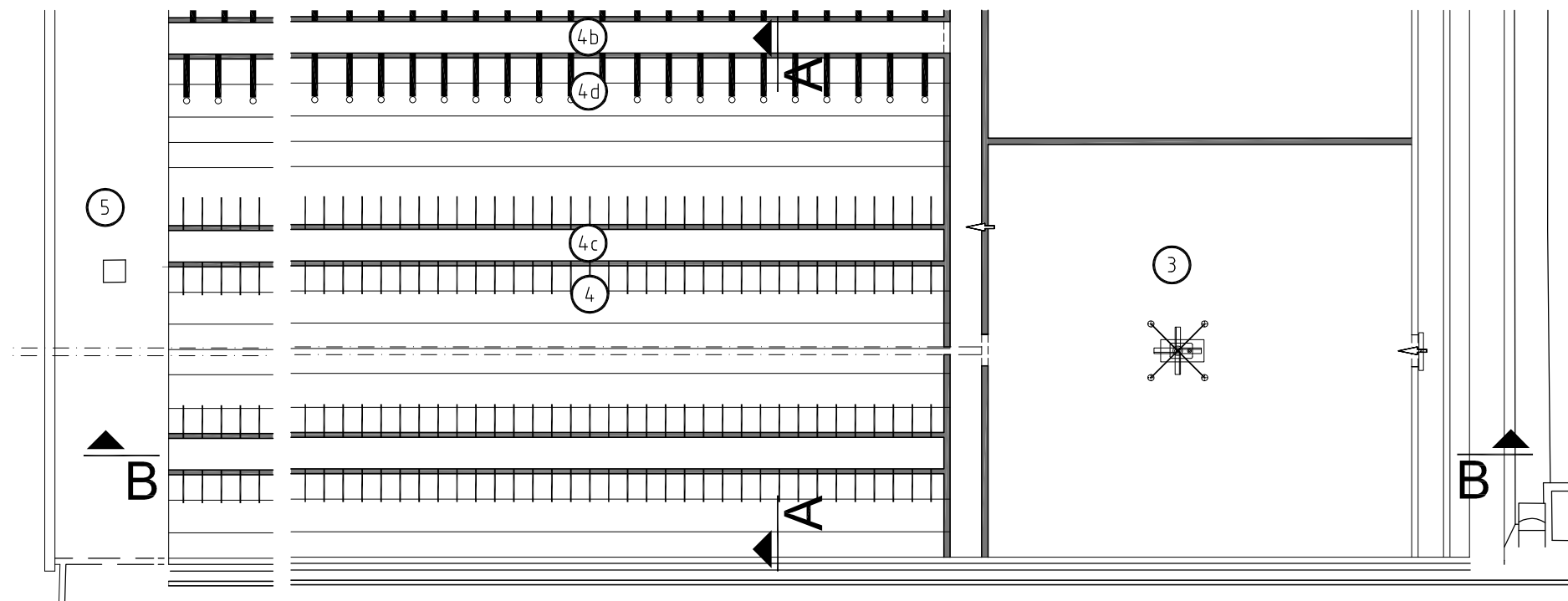
Octubre 2013

ESCALA:

1/5000

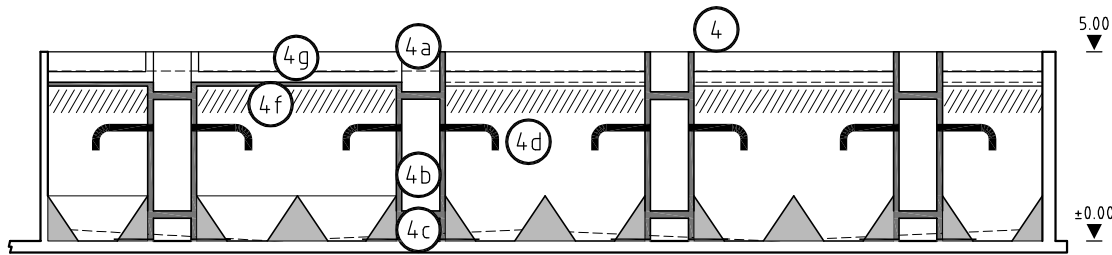
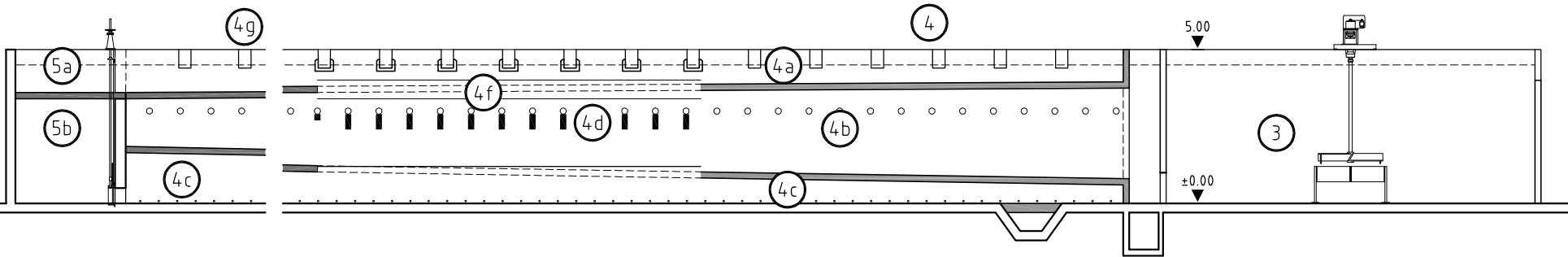
LAMINA N°

9



- referencias**
1. CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA COAGULADA (EXISTENTE)
  2. FLOCULADOR MECÁNICO: SIETE CELDAS EN SERIE CON AGITADORES DE TURBINA VERTICALES (EXISTENTES)
  3. NUEVAS CELDAS DE FLOCULACIÓN
  4. CLARIFICADOR TIPO LAMELLA (REMODELACIÓN CON SISTEMA DE CANALES LONGITUDINALES TRIPLES):
    - a. CANAL SUPERIOR DE AGUA DECANTADA
    - b. CANAL INTERMEDIO DE DISTRIBUCIÓN LONGITUDINAL DE AGUA FLOCULADA (SECCIÓN VARIABLE)
    - c. CANAL INFERIOR DE COLECTA DE LODO DE FONDO
    - d. TUBOS SECUNDARIOS DE ENTRADA DE AGUA FLOCULADA
    - e. TOLVAS DE LODOS Y TUBERÍAS SECUNDARIAS DE SALIDA DE LODO SEDIMENTADO
    - f. MÓDULOS LAMELLA DE SEDIMENTACIÓN ACELERADA
    - g. CANALES SUPERIORES SECUNDARIOS DE SALIDA DE AGUA CLARIFICADA
  5. CANALES DE SALIDA:
    - a. CANAL SUPERIOR DE TRANSPORTE DE AGUA CLARIFICADA A FILTROS
    - b. CANAL INFERIOR DE LODOS A SECTOR TRATAMIENTO DE LODOS.

- referencias gráficas**
- EXISTENTE A MANTENER
  - A CONSTRUIR



**SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA METROPOLITANO**

Propuesta de rehabilitación y ampliación de capacidad de clarificación de sectores 3 y 6 de Planta Vieja: Corte y Detalles

|           |              |
|-----------|--------------|
| FECHA     | Octubre 2013 |
| ESCALA:   | 1/5000       |
| LAMINA N° | 10           |