

ISOS|2023

Simposio Internacional sobre Sistemas de Emisarios 2023

International Symposium on Outfall Systems 2023



International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research

Hosted by
Spain Water and IWHR, China



Modelación de Plumas generadas por Emisarios en el río Uruguay incluyendo la influencia de mareas

JULIO CARDINI, NICOLAS BUONO, FRANCISCO VAZQUEZ DE NOVOA, ALEJANDRO ZABALETT

SERMAN & ASOCIADOS S.A. Y GRUPO DE ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO URUGUAY (GECRU) – UTN



Lo bueno
del agua
llega.



Ministerio de
Obras Públicas
Argentina



Grupo de Estudio de la Contaminación del Río Uruguay (GECRU).
Universidad Tecnológica Nacional. Regional Concepción del Uruguay



Serman
& asociados s.a.
Consultora

PROGRAMA DE SANEAMIENTO INTEGRAL DE CIUDADES RIBEREÑAS DE LA CUENCA DEL RÍO URUGUAY EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

- La **División de Agua y Saneamiento del Banco Interamericano de Desarrollo** financia un Programa de Saneamiento Integral de Ciudades Ribereñas de la cuenca del río Uruguay en la Provincia de Entre Ríos – Fase 1, por un monto de 80 MU\$S.
- El organismo ejecutor es el **Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios de la provincia de Entre Ríos**, con apoyo de **Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande**.
- El objetivo del programa es contribuir a mejorar la calidad de vida de la población de la cuenca del río Uruguay, ampliar la cobertura de desagües cloacales y el tratamiento de las aguas residuales, mejorar la capacidad de gestión de los servicios.
- Se presentan resultados de las modelaciones efectuadas, siendo un estudio aún en ejecución, a la fecha no deben considerarse como definitivos y avalados por el BID.



PROGRAMA DE SANEAMIENTO INTEGRAL DE CIUDADES RIBEREÑAS DE LA CUENCA DEL RÍO URUGUAY EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

- En **Gualeduaychú, Concepción del Uruguay, Colón y Concordia**, 4 de las 5 ciudades involucradas, se prevé que el efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se descargue al río Uruguay a través de emisarios, ubicados en una zona profunda del cauce o en cercanías de su margen, según sea más conveniente en cada caso.
- Se está evaluando esa posibilidad en **San José**, dado que la distancia entre la PTAR y el cauce del río Uruguay es de unos 5 km, atravesando un terreno muy ondulado, lo cual incrementaría el costo del emisario.
- La consultora **Serman & Asociados S.A.** fue contratada para el estudio de los emisarios, y en algunos casos de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
- El **Grupo de Estudio de la Contaminación del río Uruguay (GECRU)** de la **Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional** brindó apoyo respecto a información antecedente, datos y criterios de modelización desarrollados en 30 años de investigaciones desarrolladas para mostrar la necesidad de tratar los efluentes y asistir a los organismos responsables.



CONDICIONES ACTUALES

- En mayor o menor medida en cada localidad, existen falencias de tratamiento y en varios casos el efluente se descarga crudo al río o a un cauce afluente, y donde existe una PTAR, debe ser ampliada y su descarga enviada a un curso mayor al actual.



CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE LOS EMISARIOS

- En el caso de la ciudad de Gualeguaychú la descarga cloacal actualmente se vuelca al río a través de la cañada Las Achiras y el arroyo El Cura, con lo cual, cada vez que el flujo del río se invierte por efecto de las mareas, lo cual suele ocurrir al coincidir condiciones de estiaje con vientos intensos del sudeste (sudestadas), el efluente contaminado pasa por de las áreas balnearias de la ciudad en la margen derecha del río Gualeguaychú.
- En las ciudades de Concepción del Uruguay, Colón y San José, el efluente descargado a través de un emisario también puede pasar frente a áreas balnearias en caso de ocurrencia de sudestadas.
- El efluente de la ciudad de Concordia no está afectado por mareas meteorológicas, pero si se descargara muy cerca de la costa podría afectar áreas balnearias ubicadas aguas abajo.
- En consecuencia, para el adecuado diseño del emisario y para evaluar las necesidades y niveles de desinfección del efluente de la PTAR, es necesario tener en cuenta el impacto de este efluente sobre la calidad del agua a fin de justificar la decisión de construir un emisario y definir la ubicación de la descarga a lo largo y transversalmente al curso de agua receptor

RESTRICCIONES PARA DESCARGAS EN EL RÍO URUGUAY

- El caudal de verificación en el río Uruguay es el valor medio mínimo semanal con recurrencia de 5 años (para el río, aguas abajo del embalse), su valor es 587 m³/seg (periodo 1980 a 2018). Dato aportado por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande.
- Para el diseño del emisario y evaluar las necesidades de desinfección del efluente de la PTAR, se debe estimar el impacto sobre la calidad del agua verificando el cumplimiento del Digesto sobre el Uso y Aprovechamiento del Río Uruguay de la Comisión Administradora del río Uruguay (CARU) en cuando a las concentraciones admisibles para conservación de la vida acuática:
 - la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) < 3 mg/l,
 - la Demanda Química de Oxígeno (DQO) < 12 mg/l,
 - la concentración de bacterias coliformes fecales < 1.000 UFC/100ml y totales < 5.000 UFC/100ml,
 - la concentración de *Escherichia coli* < 575 UFC/100ml y
 - la concentración de Enterococos < 200 UFC/100ml,
 Y para actividades recreativas con contacto directo menores valores
- con el objeto de justificar la decisión de construir un emisario, definir su traza y punto de descarga

ANEXO 1a.- Valores guías para la consideración de objetivos y estándares de calidad para el Digesto

Unidades: todos los valores se dan en µg/L, salvo los casos que se indican en la propia tabla

Nº	Nº CAS	Parámetro	Conservación y desarrollo de la vida acuática
21	no aplicable	DBO ₅ (mg O ₂ /L)	3
22	no aplicable	DQO (mg O ₂ /L)	12
7.- PARÁMETROS BIOLÓGICOS, MICROBIOLÓGICOS y relacionados			
52	no aplicable	Cianobacterias (cel/mL)	5.000
53	no aplicable	Cianotoxinas (microcis., etc.)	10
54	479-61-8	Clorofila a	10
55	no aplicable	Coliformes fecales (UFC/100mL)	1000
56	no aplicable	Coliformes totales (UFC/100mL)	5000
57	no aplicable	Enterococos (UFC/100mL)	200
58	no aplicable	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	575

Zona 2: aguas y sedimentos destinados a actividades de recreación, deportivas, culturales y turísticas con contacto directo

Los objetivos y estándares de calidad correspondientes a la Zona 2 serán aquellos determinados para la conservación y desarrollo de la vida acuática, con los siguientes agregados y modificaciones.

c) parámetros biológicos y microbiológicos

Escherichia coli

máximo 200 (UFC/100mL), media geométrica de al menos 5 muestras
 máximo 35 (UFC/100mL) media geométrica de al menos 5 muestras

Enterococos

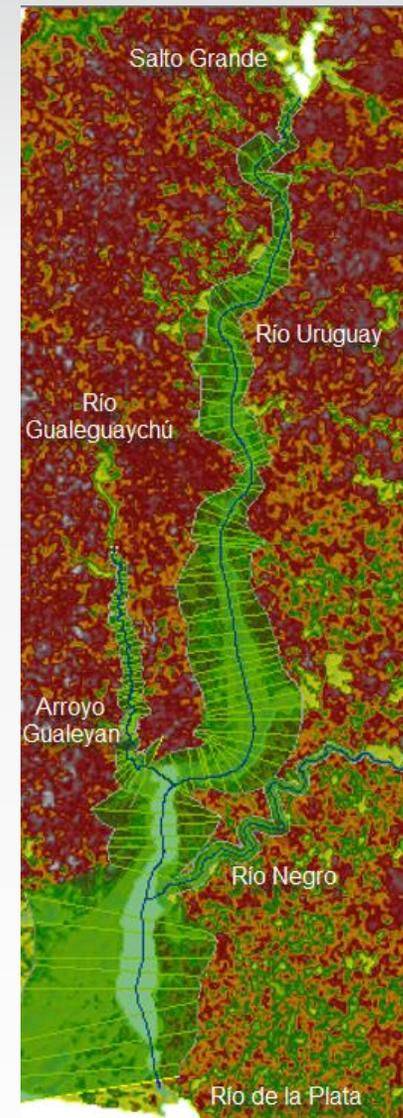
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ

- Participa el Municipio de Gualeguaychú, donde se proyecta una ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y la disposición del efluente mediante un emisario al río Gualeguaychú, en reemplazo de la actual descarga en su margen por medio de la Cañada Las Achiras y el Arroyo El Cura.



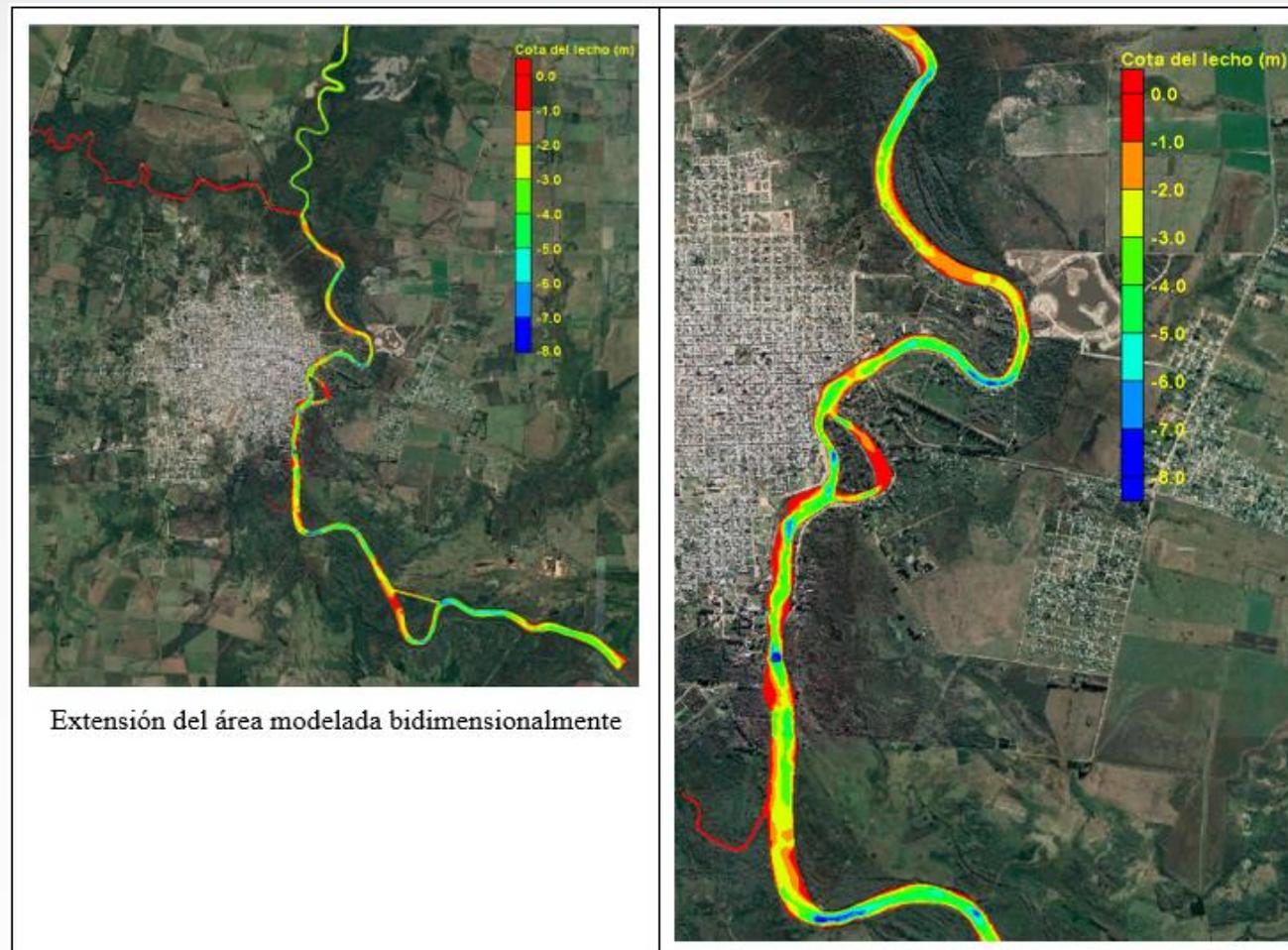
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ

- La información de base para calibrar las modelaciones provino de un modelo del río Gualeguaychú elaborado por el GEGRU en 2007 considerando la descarga de la red cloacal, antes de que estuviera en operaciones la planta de tratamiento, el cual utilizó información de muestreos bidimensionales realizados en el año 2001, los cuales mostraron la baja dispersión lateral del efluente y permitieron calibrar los coeficientes de dispersión en el medio.
- El caudal fluvial del 50% del tiempo no alcanza los 6 m³/s, el caudal de estiaje percentil 10% no alcanza los 3 m³/s.
- A pesar de los bajos caudales el río Gualeguaychú es el cuerpo de agua receptor más apropiado para la descarga de los efluentes en la zona.
- Un modelo unidimensional HEC-RAS del río Uruguay calibrado por GEGRU en investigaciones previas permitió disponer de condiciones de borde de caudal y nivel para la modelación bidimensional a partir de los caudales del río Uruguay en Salto Grande, del río Gualeguaychú, del arroyo Gualeyán, y la influencia de mareas meteorológicas por “sudestadas” en el Río de la Plata, que pueden invertir el sentido del flujo en el río.

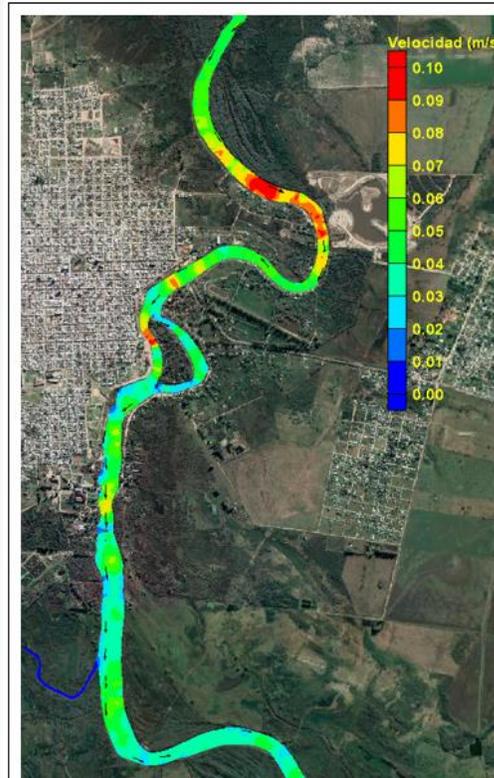
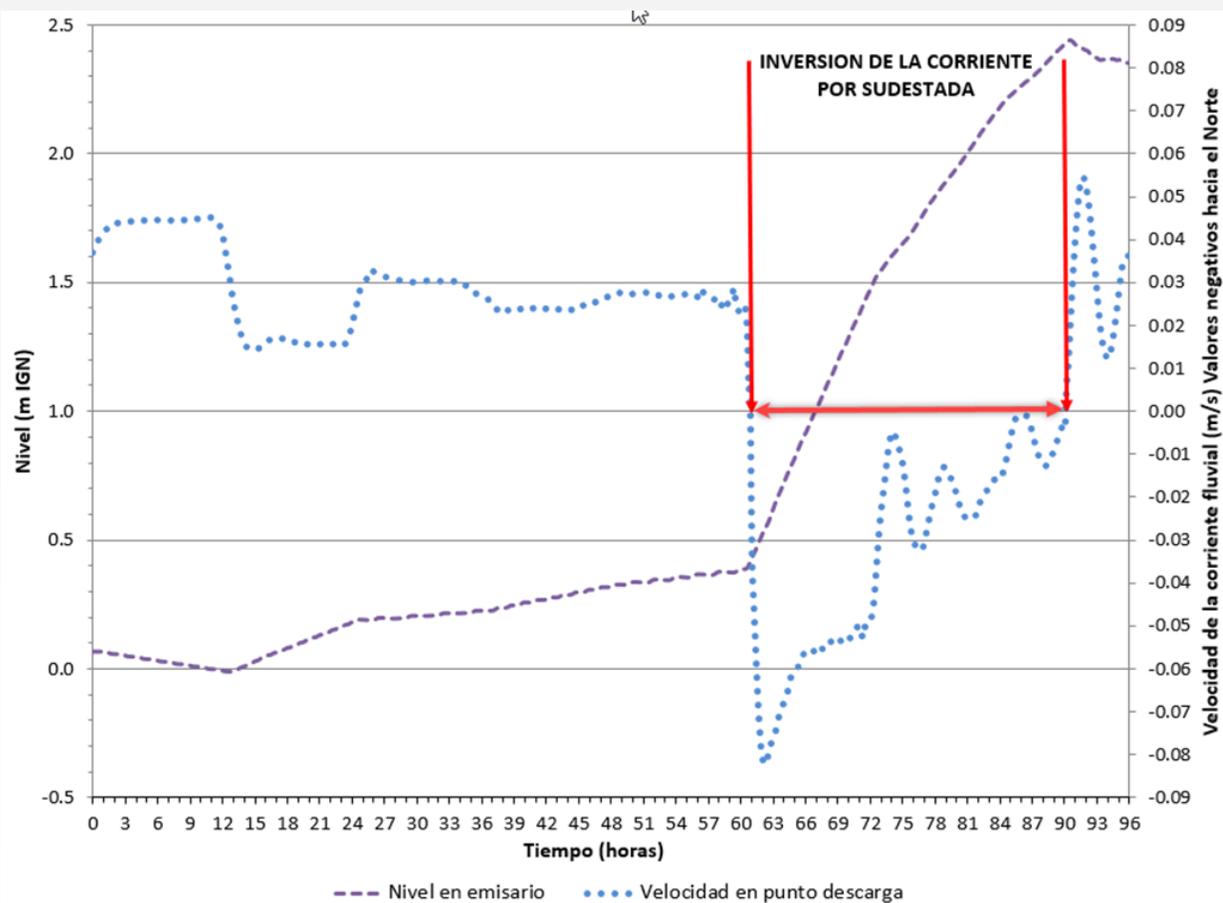


MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ

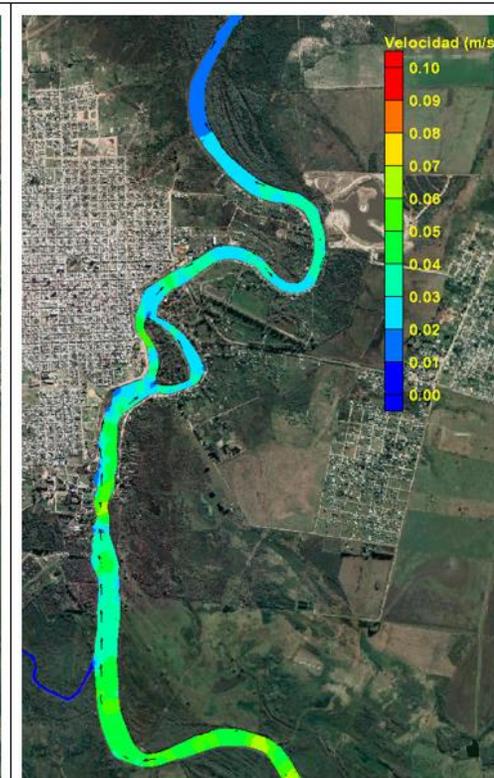
- Se realizó una corrida del modelo 1D para un evento ocurrido entre el 25/08/2018 y el 1/9/2018, empleado para el análisis bidimensional de dispersión, debido a que incluye una fuerte elevación del nivel por sudestada el día 30/08/2018 al mediodía.
- Los caudales en Puerto Gualeguaychú se invierten variando entre +/- 80 m³/s, mientras los aportes de la cuenca son más estables, variando entre 10 y 20 m³/s. En el borde del modelo 2D, 13 km aguas arriba del Puerto, no se produce inversión.



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ



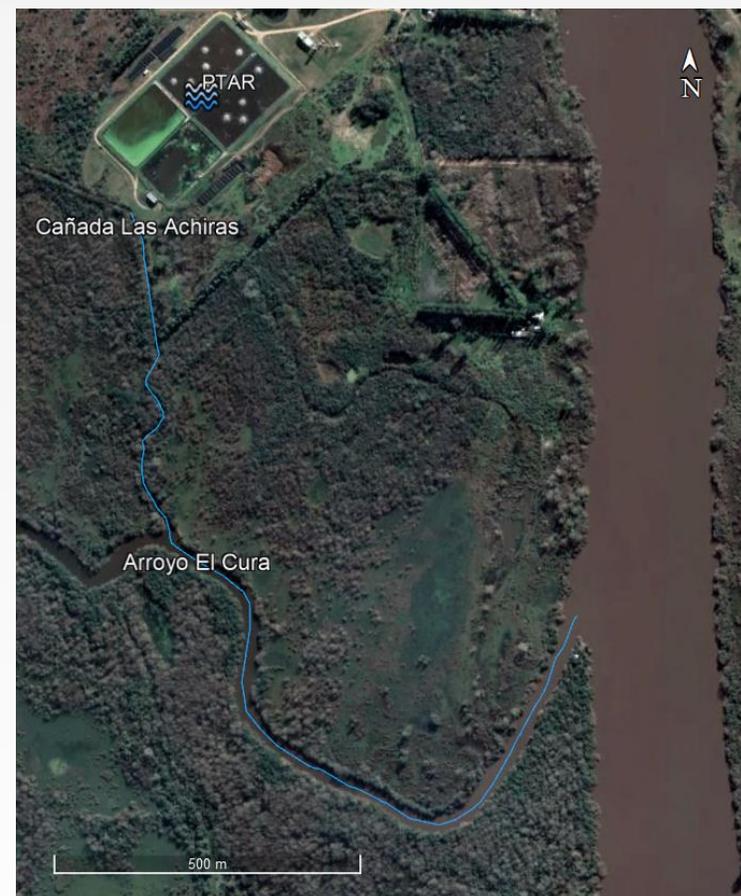
Velocidades en condiciones fluviales normales (caudal del río Gualeguaychú 16 m³/s y del arroyo Gualeyán 4 m³/s)



Velocidades invertidas durante un evento de sudestada

MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ

- Se analizaron tres Escenarios de descarga:
 - A través de la Cañada Las Achiras y el arroyo El Cura (Actual).
 - Con emisario de unos 40 metros de longitud desde la costa, propuesta preliminar de la Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia de Entre Ríos.
 - Con emisario de unos 100 metros de longitud desde la costa del río. Descarga centrada en el cauce.



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. BACTERIAS

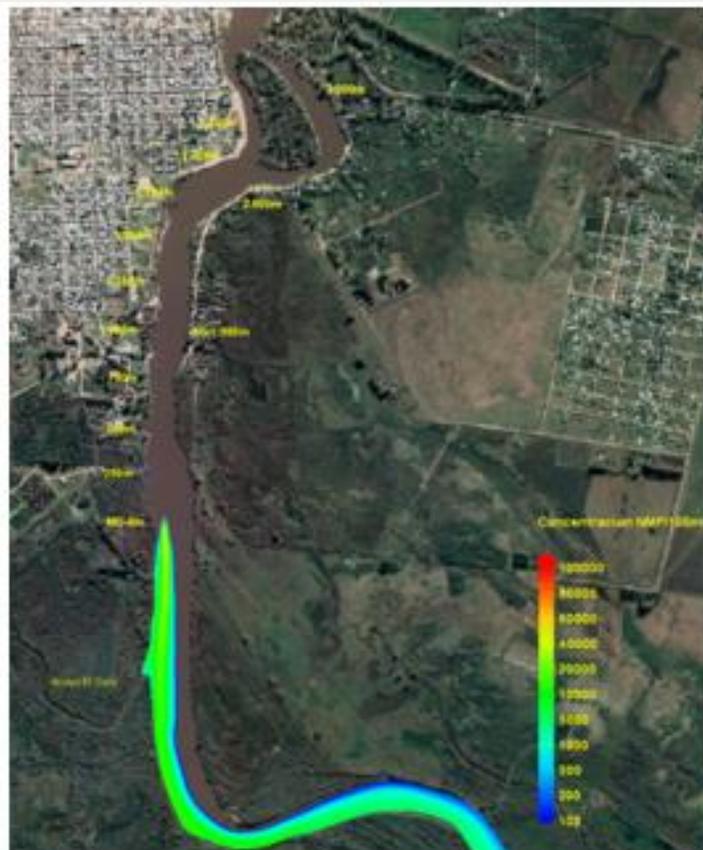
EVALUACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES EN UN EVENTO DE FALLA TRANSITORIA DEL SISTEMA DE CLORACIÓN

- Se analizó la evolución temporal de la concentración de bacterias coliformes fecales en la margen derecha del río (lado Oeste donde se encuentra el casco urbano) y de la margen izquierda (lado Este).
- Para evaluar relativamente los impactos de las alternativas de disposición se consideró un escenario hipotético de falla transitoria con una concentración de bacterias igual a 200.000 NMP/100ml, y el caudal medio diario futuro de la planta en un horizonte de 20 años de 0,5 m³/s.
- El Digesto de la Comisión Administradora del río Uruguay (CARU) es una normativa que si bien no se aplica a los ríos provinciales, se la ha adoptado por extensión al río Gualeguaychú, aunque su ancho y caudal son muy diferentes de las del río Uruguay. El Digesto especifica como definir un área de mezcla y las condiciones de caudal para las cuales se debe calcular las concentraciones de contaminantes en dicha área en el río Uruguay.
- No obstante, se evaluó el grado de cumplimiento de esta zona de mezcla, definida como:
 - Ancho: 41 metros = 1/5 del ancho del río Gualeguaychú en el punto de vuelco (208 metros)
 - Largo: 1000 metros (500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo, considerando inversión de flujo)

MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. BACTERIAS



Descarga en Cañada Las Achiras – El Cura



Descarga en emisario a 40 m de la costa



Descarga por emisario a 100 m de la costa

Concentración de bacterias coliformes fecales durante evento de falla de cloración en flujo normal (hora 0)



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. BACTERIAS



Descarga en Cañada Las Achiras – El Cura



Descarga en emisario a 40 m de la costa



Descarga por emisario a 100 m de la costa

Concentración durante evento de falla de cloración 17 horas después de la inversión de flujo por sudestada



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. BACTERIAS

- Los resultados de la modelación de la pluma del efluente indicaron que el impacto en las áreas balnearias de la descarga en la cañada Las Achiras de un efluente con 200.000 NMP/100ml de **bacterias coliformes fecales**, implica concentraciones de hasta 30.000 NMP/100ml.
- Una concentración máxima de referencia **de 500 NMP/100ml** (que por las proporciones típicas en el efluente permitiría el cumplimiento de las restricciones de UFC/100ml para Eschericia Coli y Enterococos), se superaría en todos los casos, pero en diferente proporción.
- El emisario centrado en el río permitiría una descarga de hasta 30.000 NMP/100ml sin superar ese límite.
- Con el emisario descargando a 40 m de la costa solamente podrían descargarse 7.000 NMP/100ml.
- Descargando por la cañada las Achiras se superaría el límite con una concentración sólo 3.000 NMP/100ml.
- Como el efluente descargado durante horas previas a una sudestada es posteriormente arrastrado hacia el Norte por el flujo invertido, es importante mantener la cloración en todo momento.
- Como medida de emergencia para altos niveles del río con recurrencia del orden de 36 años puede ser necesario un by-pass a la cañada, pero con altas diluciones dado que el caudal sería mayor.

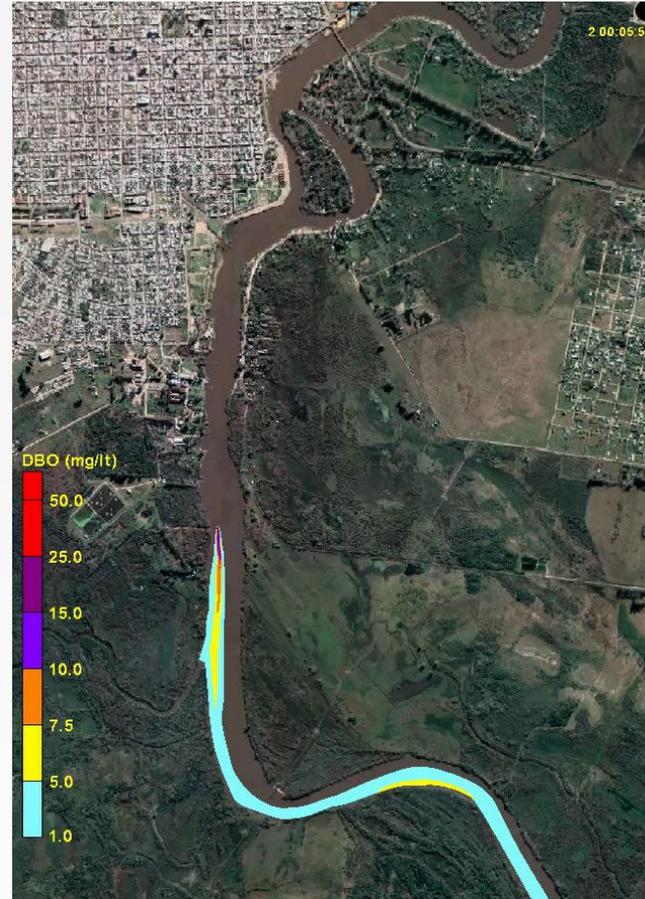
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. DBO5

■ EVALUACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

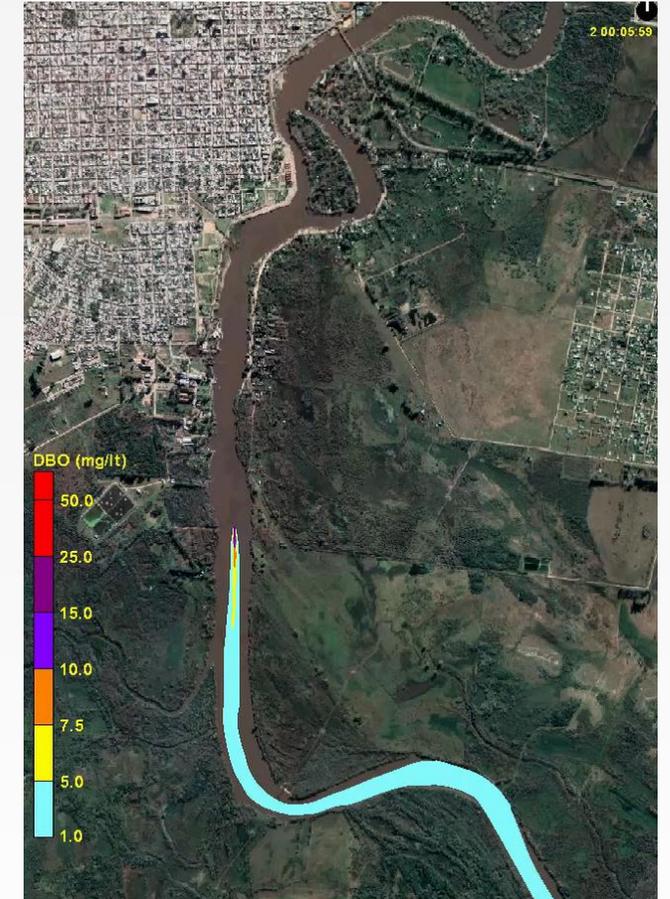
- Se evaluó la pluma de dispersión de la DBO₅ del efluente de la planta con la concentración máxima de diseño igual a 50 mg/lit, para las tres alternativas de descarga.
- El Digesto sobre el Uso y Aprovechamiento del Río Uruguay de la CARU especifica como referencia aplicable al presente proyecto, una DBO₅ máxima igual a 3 mg/lit para Uso 2:” Aguas destinadas a actividades de recreación con contacto directo” y para el Uso 4 (Básico): “Aguas destinadas a la conservación y desarrollo de la vida acuática”.
- Se analizó la serie de concentraciones en los cuatro puntos de control ubicados a ambos lados y a 20 m de la descarga por el emisario a 100 m de la costa, y a 500 m aguas al Norte y Sur..
- Con flujo normal se cumplen los criterios con una DBO₅ máxima en la zona de mezcla de hasta 5 mg/lit.
- Durante la sudestada ocurren pulsos que superan este valor alcanzando los 10 mg/lit aproximadamente, y cuando la misma cede, el pasaje de la pluma por el punto ubicado a 500 m de la descarga, sumado al aporte de la descarga en ese momento, genera un pico de corta duración que alcanza los 13 mg/lit.
- Estos son valores referenciales, pues las condiciones variarán en cada evento en función del caudal del río y la intensidad de la sudestada, pero ilustran los órdenes de magnitud de las concentraciones, y la imposibilidad de respetar estrictamente el criterio de área de mezcla que la CARU establece para el cauce mayor del río Uruguay.

MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. DBO₅

Descarga
Emisario a 40 m
de la costa



Descarga
Emisario a 100 m
de la costa



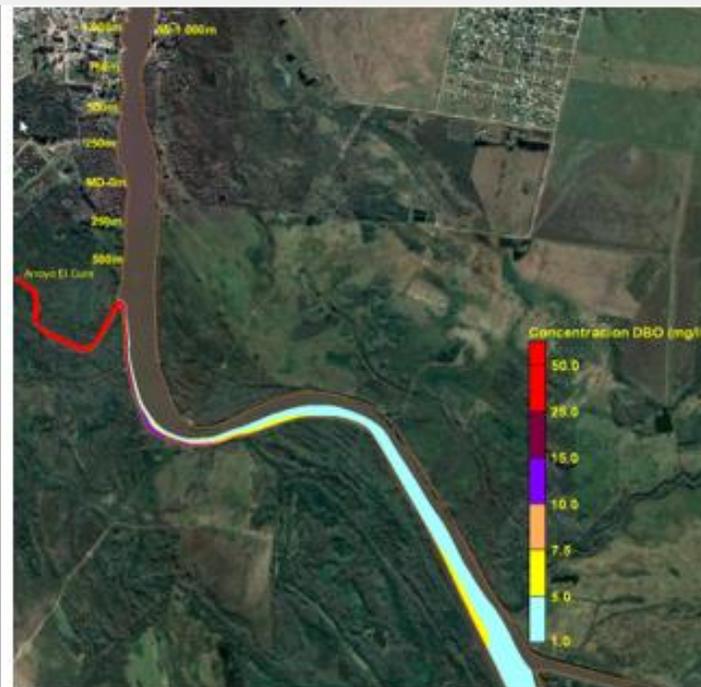
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. DBO5



Máximo ascenso de la pluma hacia el Norte durante la sudestada



Máxima Concentración en la margen durante la sudestada



Flujo normal hacia aguas abajo

Concentración de DBO5 para la descarga por la Cañada Las Achiras

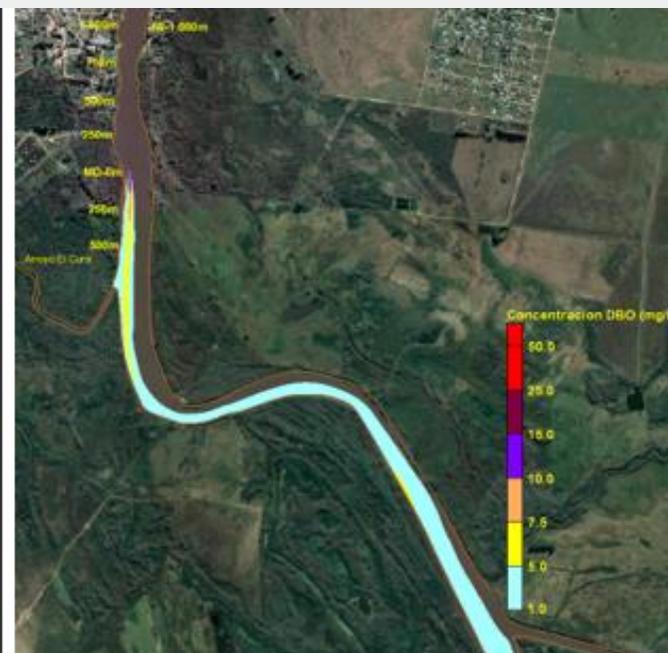
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. DBO5



Máximo ascenso de la pluma hacia el Norte durante la sudestada



Máxima Concentración en la margen durante la sudestada



Flujo normal hacia aguas abajo

Concentración de DBO5 para la descarga por emisario a 40 m de la costa

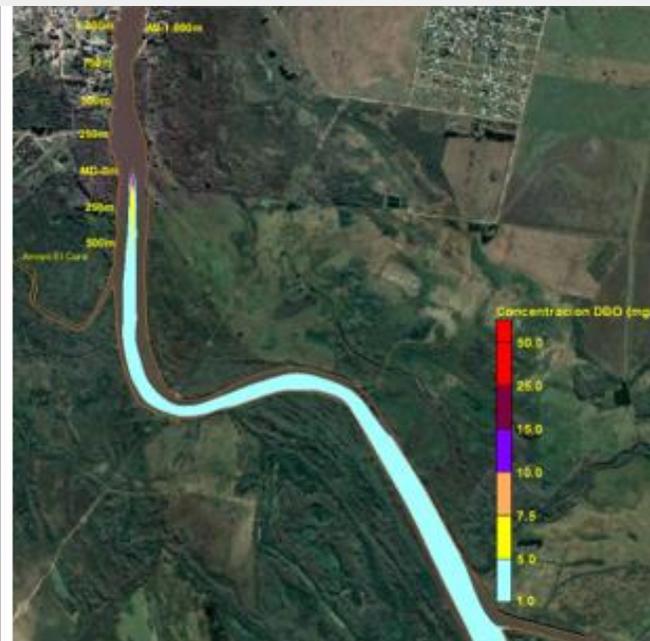
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. DBO5



Máximo ascenso de la pluma hacia el Norte durante la sudestada



Máxima Concentración en la margen durante la sudestada



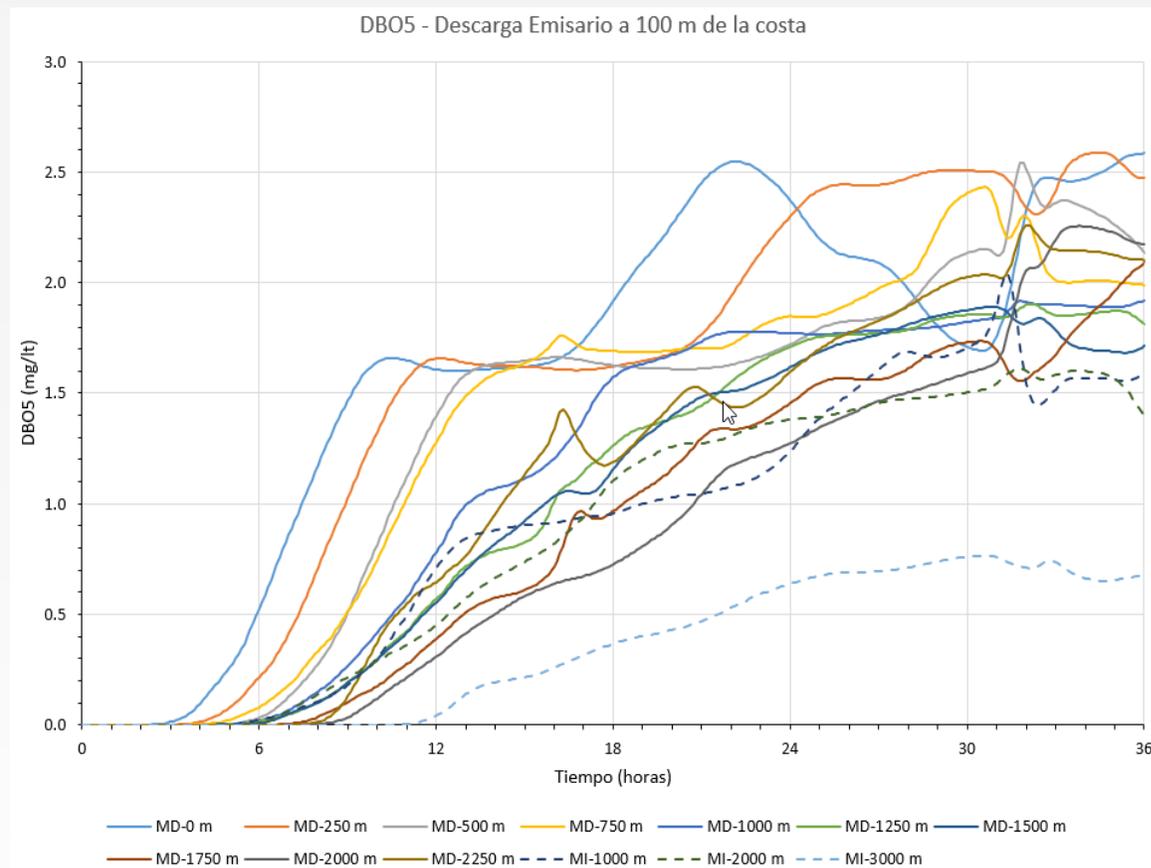
Flujo normal hacia aguas abajo

Concentración de DBO5 para la descarga por emisario a 100 m de la costa

MODELACIÓN DEL EMISARIO DE GUALEGUAYCHÚ. DBO5

CONCLUSIONES

- La descarga por la cañada Las Achiras / arroyo El Cura, tiene el potencial de provocar impactos significativos en la calidad de agua en las márgenes del río, hacia el Norte en inmediaciones de la ciudad (cuando ocurren sudestadas), como hacia el Sur.
- Descarga Emisario a 100 m de la costa.
 - DBO5 en costa hasta 2,5 mg/l
 - Cumple criterio de “Digesto sobre el Uso y Aprovechamiento del Río Uruguay” de la Comisión Administradora del río Uruguay (CARU, 2019) < 3 mg/l
- Para que la disposición a través de un emisario sea efectiva, el punto de descarga debería alejarse lo más posible de ambas costas. Se recomienda que el emisario tenga una longitud de unos 100 metros desde la margen centrándolo en el cauce del río.



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

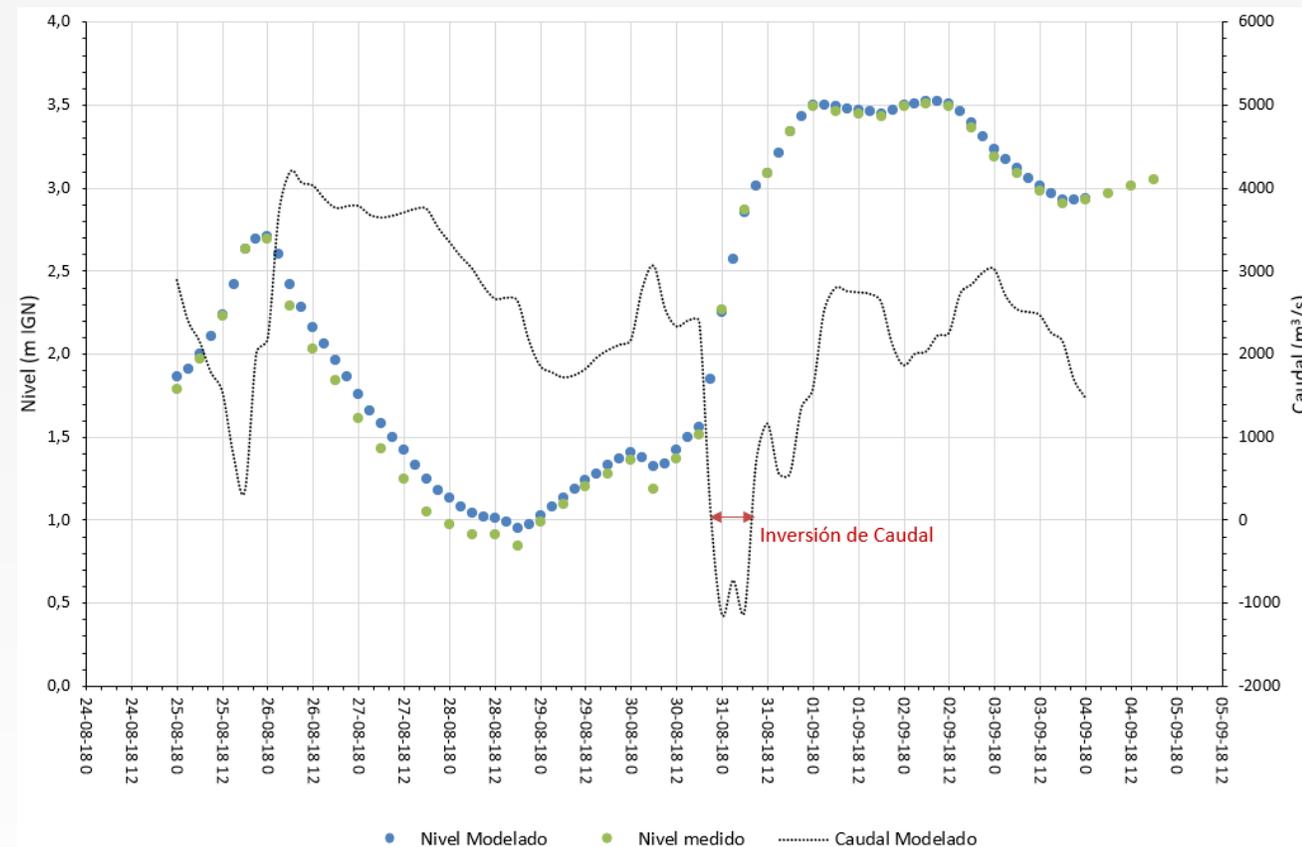
- Se analizaron 4 alternativas de ubicación de la descarga de la PTAR, 3 en el riacho Itapé y 1 en el Brazo de La China del río Uruguay
- La modelación se realizó para las 3 primeras alternativas de puntos de vuelco. La Alternativa 4 ha sido descartada por diversos motivos.

- La Alternativa 3 requiere un emisario 1,5 km más largo atravesando terrenos privados, con dos sifones o totalmente subfluvial, y no brinda una mejora significativa en la calidad de agua que la haga conveniente.
- La Alternativa 2 descarga en igual sección que la 1, centrada en el cauce.



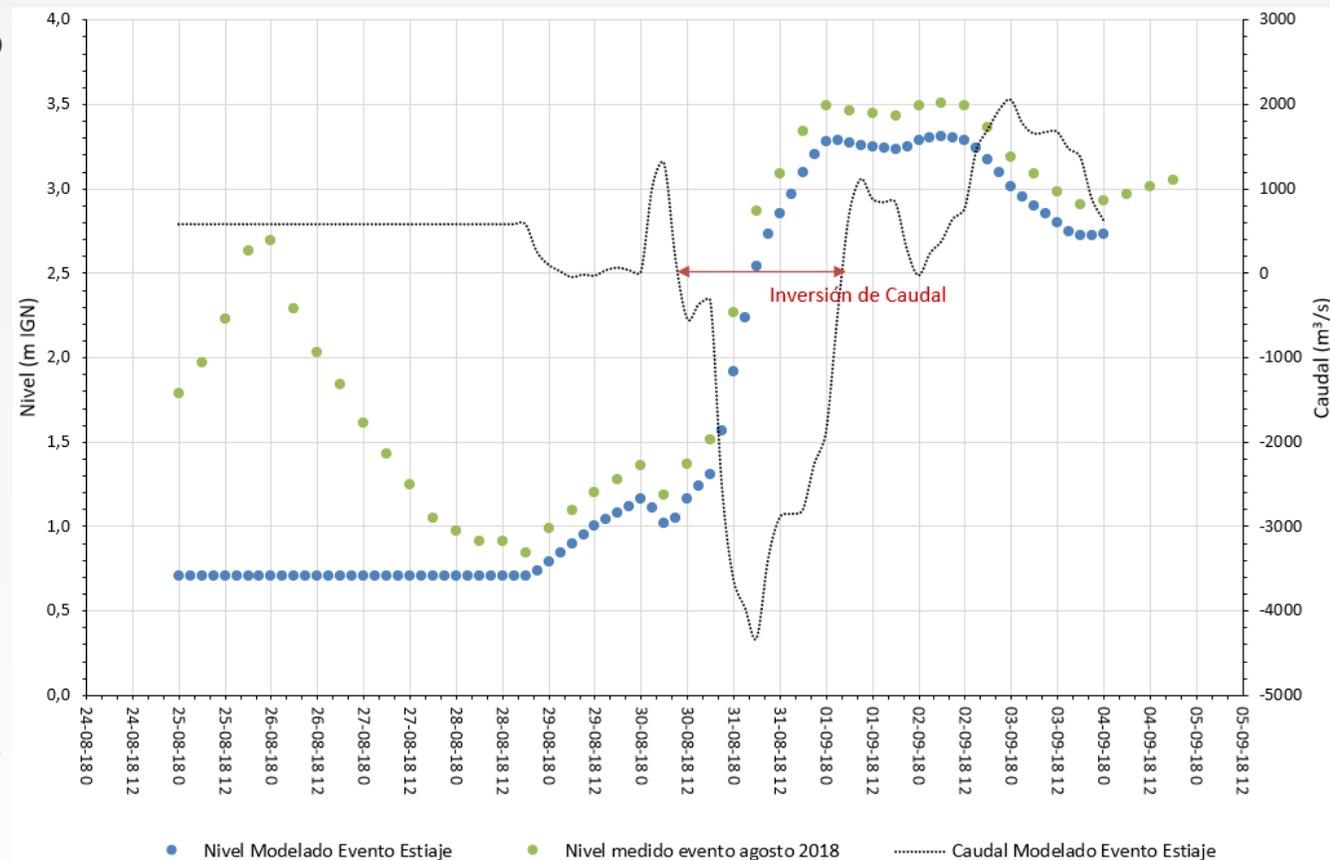
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

- La descarga no se realiza directamente al río Uruguay sino a un cauce llamado Riacho Itapé, vinculado con el río Uruguay a través del canal de acceso al Puerto de Concepción del Uruguay.
- El proyecto debe cumplir con el Decreto Provincial de Entre Ríos N°2235-02: $DBO_5 \leq 50$ mg/l.
- A los efectos de tener un margen de seguridad ante cualquier desvío se consideró $DBO_5 \leq 30$ mg/l.
- Se consideró 2.000 UFC/100 ml bacterias Coliformes fecales a fin de disponer de un margen para que en sudestadas no se superen las restricciones para actividades recreativas con contacto directo en el Balneario Itapé, ubicado “aguas arriba” en el riacho.
- Se simuló mediante el modelo hidrodinámico unidimensional una sudestada intensa (30/08/2018) con un caudal fluvial de unos 3.000 m³/s, resultando una inversión del flujo de unos 1.000 m³/s hacia “aguas arriba” del río en Concepción del Uruguay

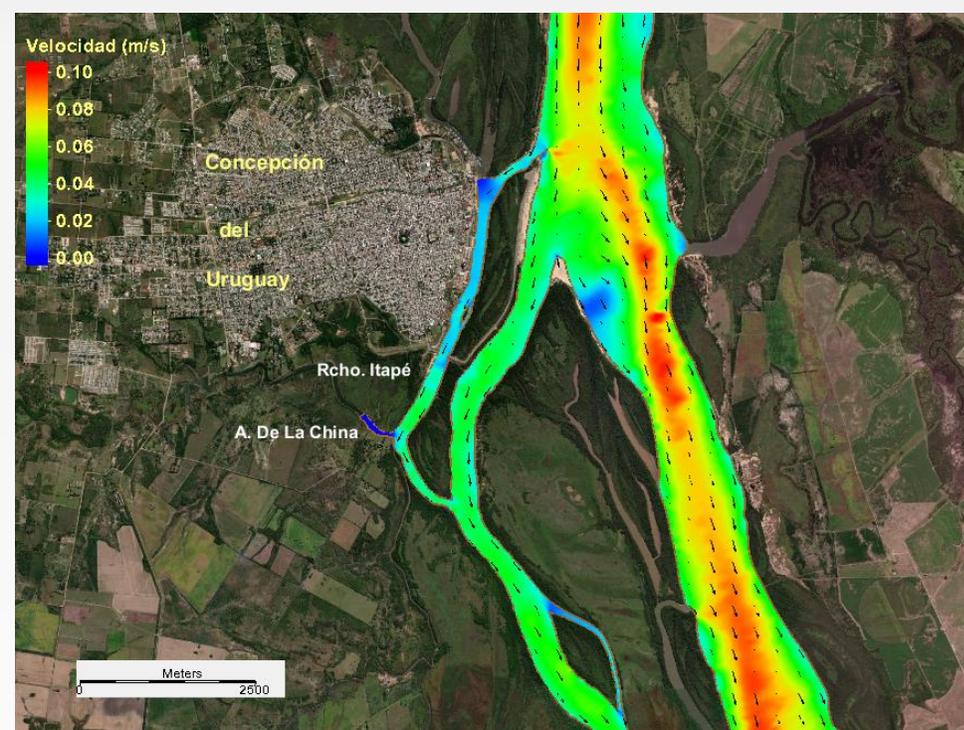
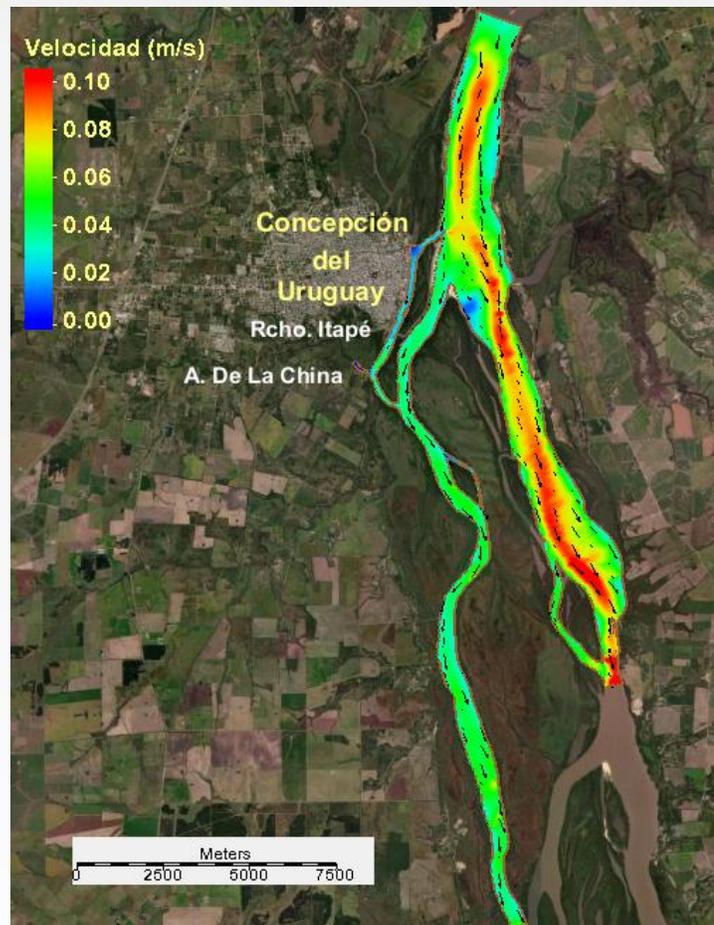
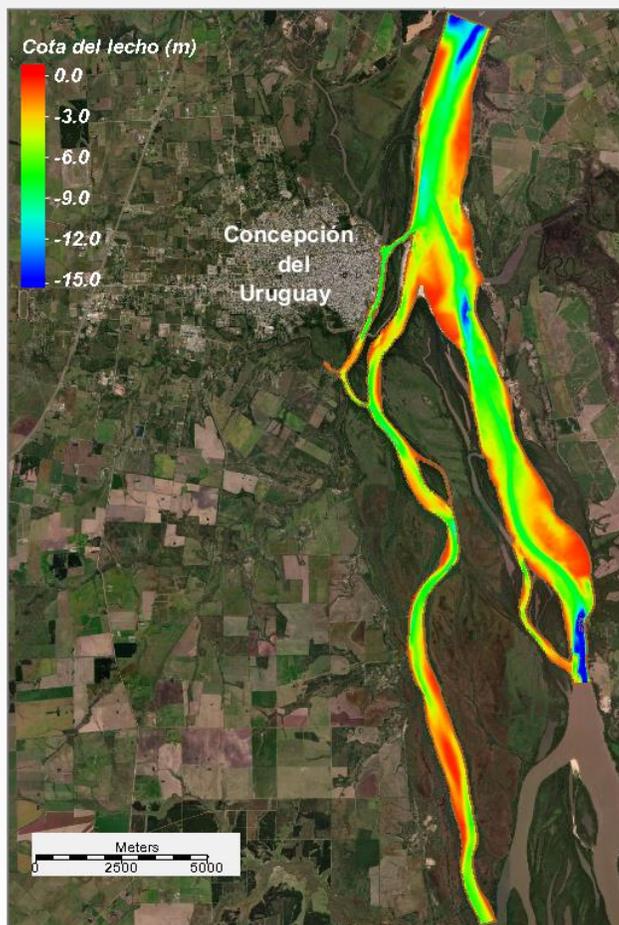


MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

- Para la simulación de estiaje con sudestada, se consideró una combinación muy conservativa correspondiente a la superposición entre un caudal igual a $587 \text{ m}^3/\text{s}$ en Concordia, que finaliza en el momento en que se registró un nivel mínimo el 28/8/2018 (18 hs).
- Luego se continúa con igual caudal de estiaje en Concordia pero el nivel aguas abajo “copia” la serie de niveles registrados durante el evento de sudestada, reducidos en 20 cm para tener en cuenta el menor caudal de estiaje con respecto al promedio del evento histórico. La inversión de caudales es generada por la pendiente ascendente del nivel de agua registrada.
- Los resultados obtenidos en Concepción del Uruguay, comparados con el nivel medido en el evento real muestran que la inversión del caudal es mucho más intensa, superando los $4.000 \text{ m}^3/\text{s}$ hacia “aguas arriba”, y que se prolonga durante un período más extenso de unas 40 horas.



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

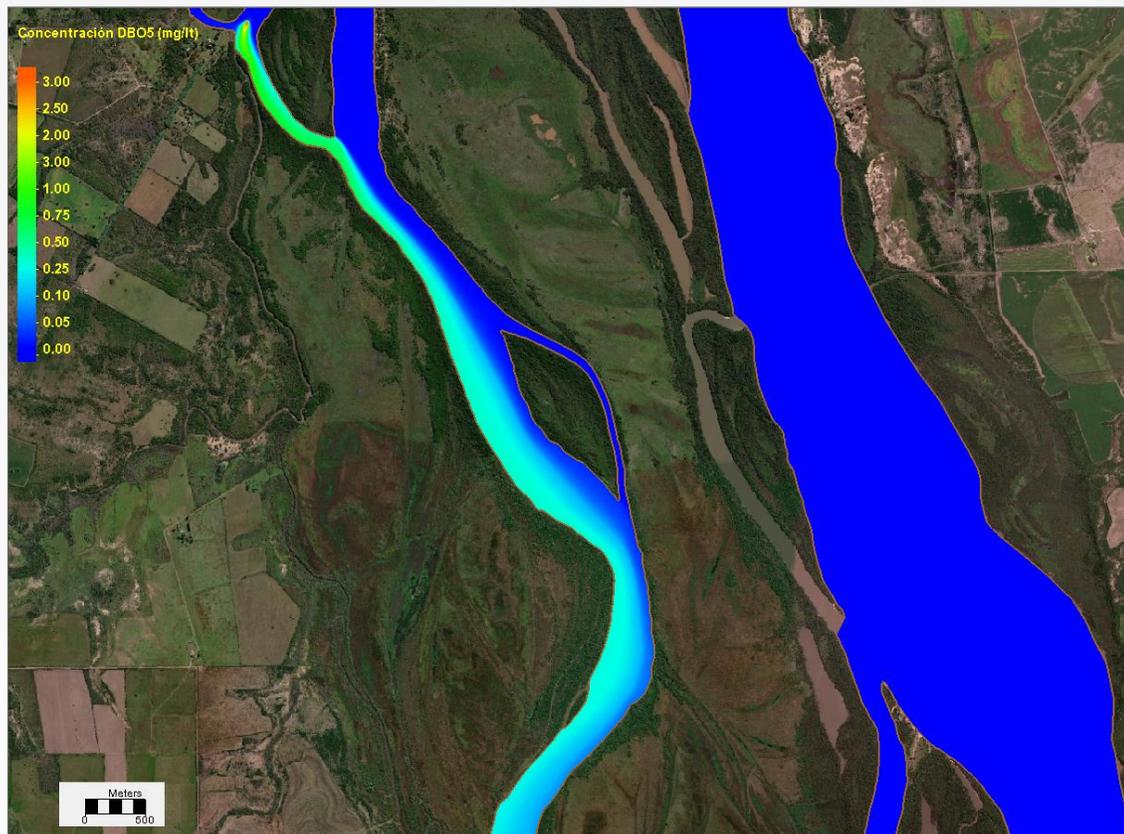


Detalle de la zona cercana a la descarga de la PTAR

Campo de velocidades en estiaje (caudal 587 m³/s).

MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

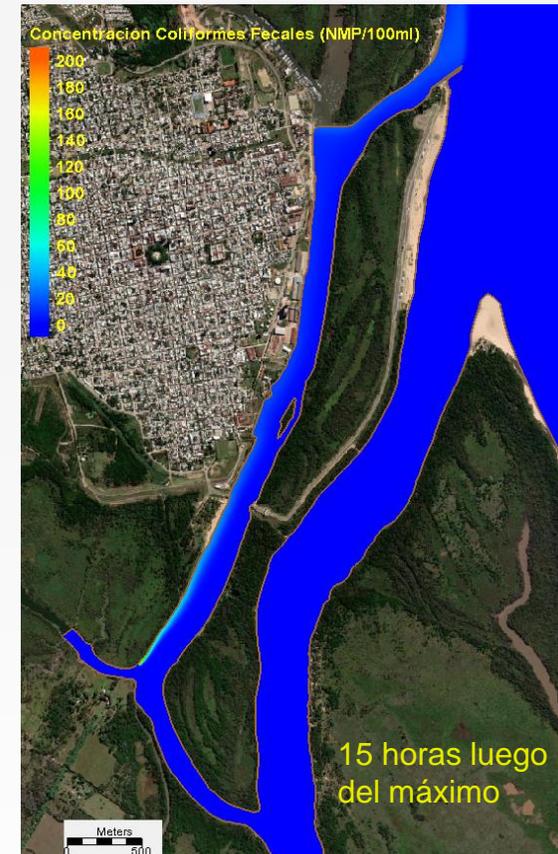
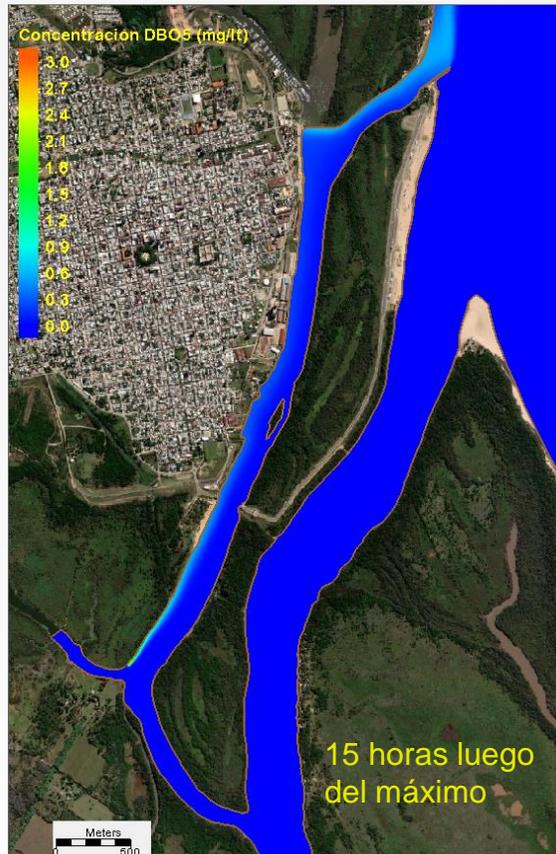
- Pluma de DBO5 con caudal de estiaje constante.
- La zona de mezcla es de unos 40 metros de extensión
- Pluma de Bacterias Coliformes Fecales con caudal de estiaje constante (Concentración efluente 2.000 UFC/100ml).



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

- Pluma de DBO5 con inversión de caudal.
- Concentración frente al Balneario Itapé < 3 mg/lit (durante 1 hora)

- Pluma de Bacterias Coliformes con inversión de caudal.
- Concentración Balneario Itapé < 90 a 160 UFC/100ml (durante 1 hora)



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

CONCLUSIONES

- Cuadro comparativo para cada alternativa de los valores de concentración frente al Balneario Itapé durante el pico transitorio y el valor típico posterior durante la inversión de velocidades, y estimación de órdenes de magnitud para un escenario sin obras (descarga cloacal de líquido sin tratar).
- La situación corresponde al día de caudal máximo diario a los 20 años (período de diseño), por lo que si el evento sucediera antes o en un día de caudal medio, las concentraciones serían inferiores..

Alternativa	DBO ₅ (mg/l)		Coliformes fecales (UFC/100ml)	
	Pico transitorio	Valor Típico	Pico transitorio	Valor Típico
Sin Obras	<≈ 25	>≈ 3	>≈ 1 Millón	>≈ 150.000
1	< 3	>≈ 0,4	90 a 160	25 a 30
2	2	>≈ 0,1	60 a 80	5 a 10
3	1,5	>≈ 0,2	50 a 70	12 a 13

Notas: <≈ (menor y en el orden de); >≈ (mayor y en el orden de)

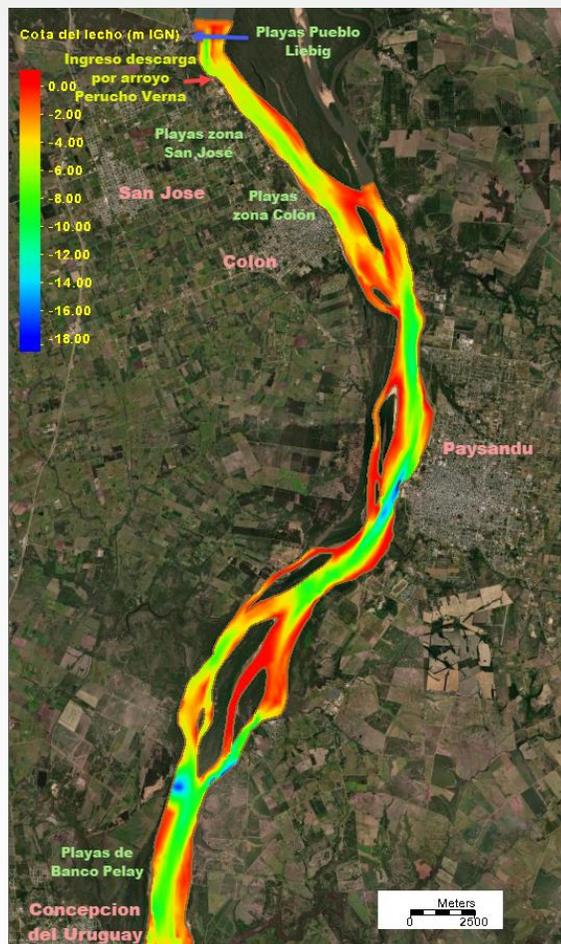
- **La Alternativa 1 (descarga cerca de la costa) se seleccionó pues presenta ventajas comparativas en costos de inversión y mantenimiento y cumple con las restricciones de CARU, además de estar mucho más resguardada que la Alternativa 2 (descarga centrada en el cauce).**
- La descarga cerca de la margen en el cauce estrecho y poco profundo del Riacho Itapé es mucho más segura que la descarga en la zona más profunda del centro del cauce, debido a los riesgos para el difusor subfluvial provocados por la navegación de embarcaciones recreativas en condiciones de estiaje del río Uruguay, cuando esta zona del cauce sería la única que permitiría el tránsito de las lanchas deportivas o pesqueras de mayor calado.

MODELACIÓN DEL EMISARIO DE SAN JOSÉ

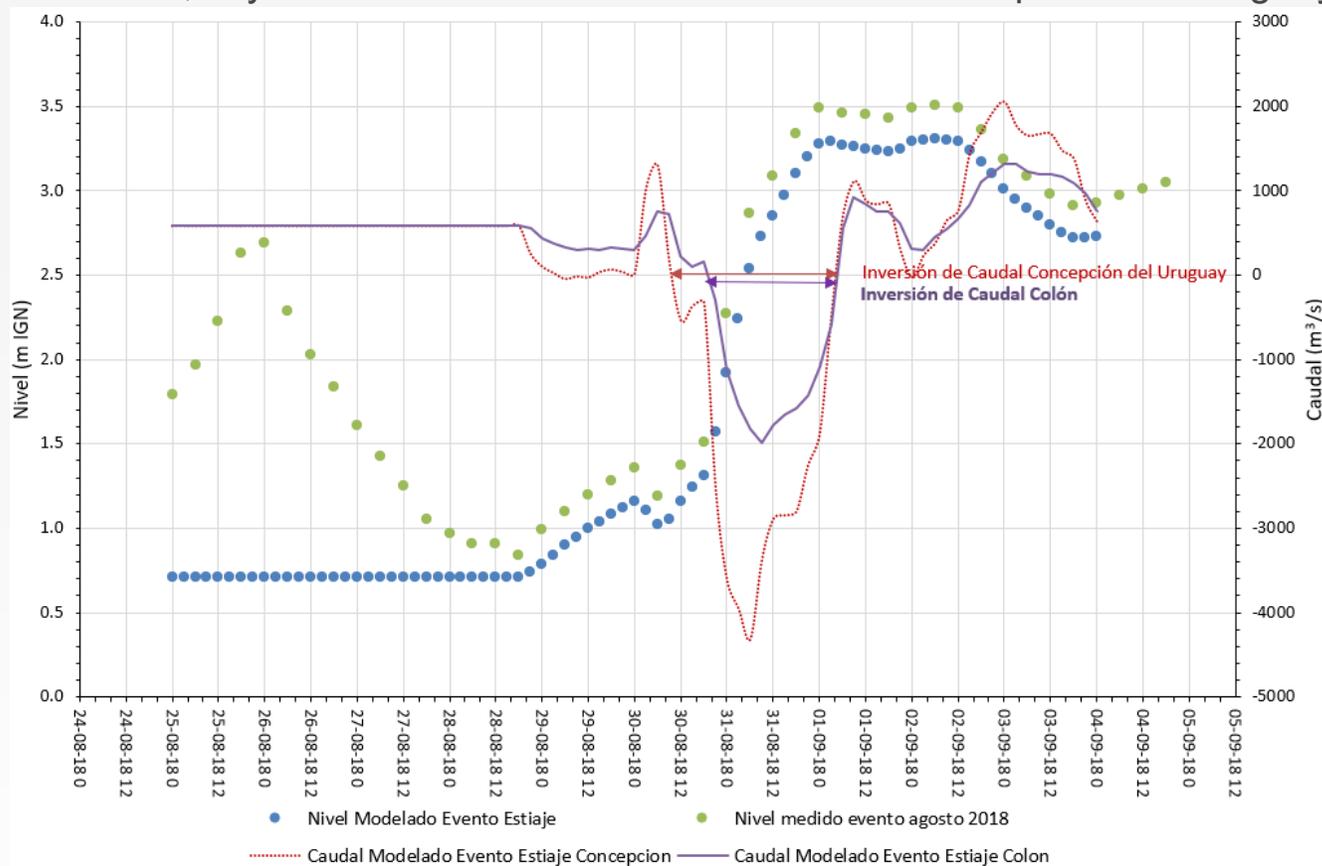
- Como la distancia entre la zona de la PTAR y el río Uruguay es elevada (5 km de terreno ondulado), se han evaluado alternativas al emisario al río Uruguay, con descarga en un curso intermitente (arroyo El Doctor) o permanente (arroyo Perucho Verna).
- La descarga al río Uruguay se puede realizar con $DBO_5 = 150$ mg/l, 5 veces superior al límite para descargar en el Perucho Verna ($DBO_5 = 30$ mg/l).
- Teniendo en cuenta las severas limitaciones de disponibilidad de terreno adicional para la PTAR, esta diferencia normativa resulta muy importante.
- Concentración de bacterias coliformes fecales a la salida del proceso de cloración: 10.000 UFC/100ml.
- La descarga por emisario al río Uruguay se modeló en la zona de ingreso del arroyo Perucho Verna, por lo que a los efectos de la evaluación es prácticamente idéntica.



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE SAN JOSÉ

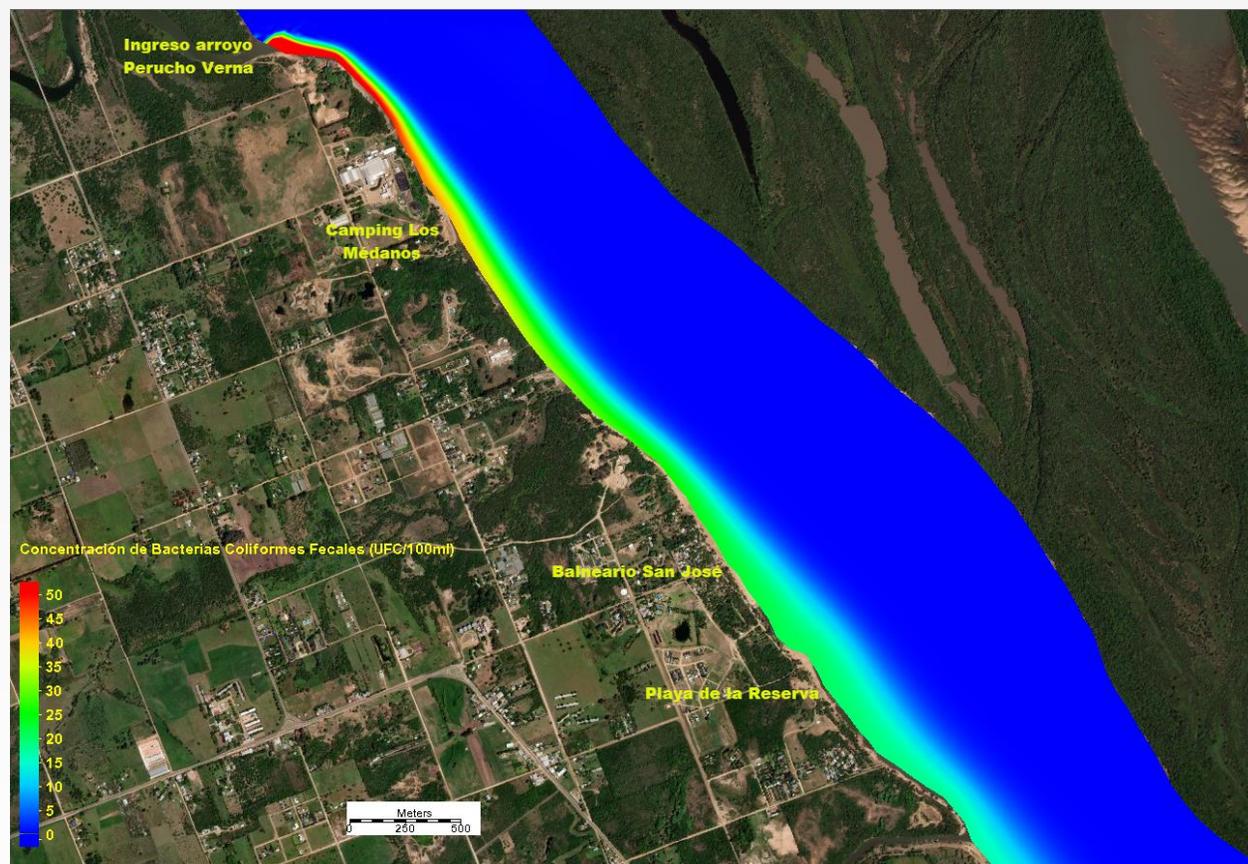


- Se implementó un modelo bidimensional con caudal de estiaje constante y con inversión por sudestada, cuyo caudal “invertido” es inferior al de Concepción del Uruguay.



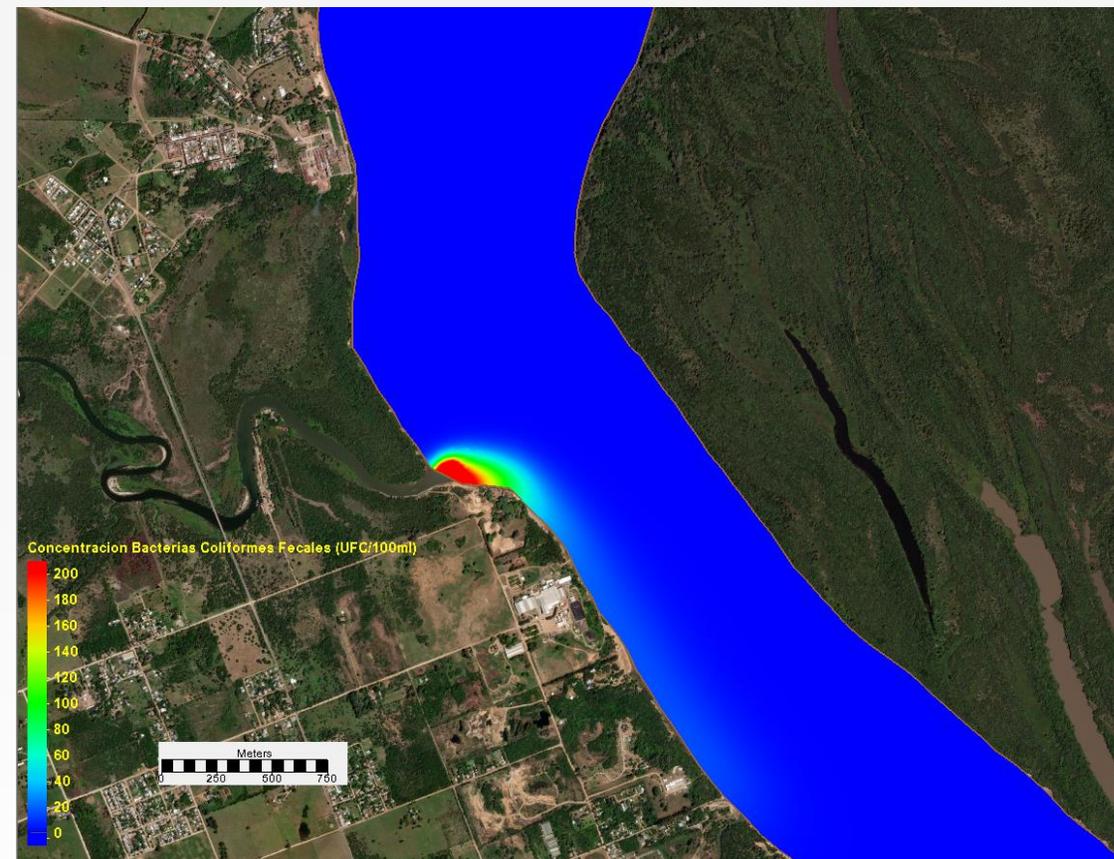
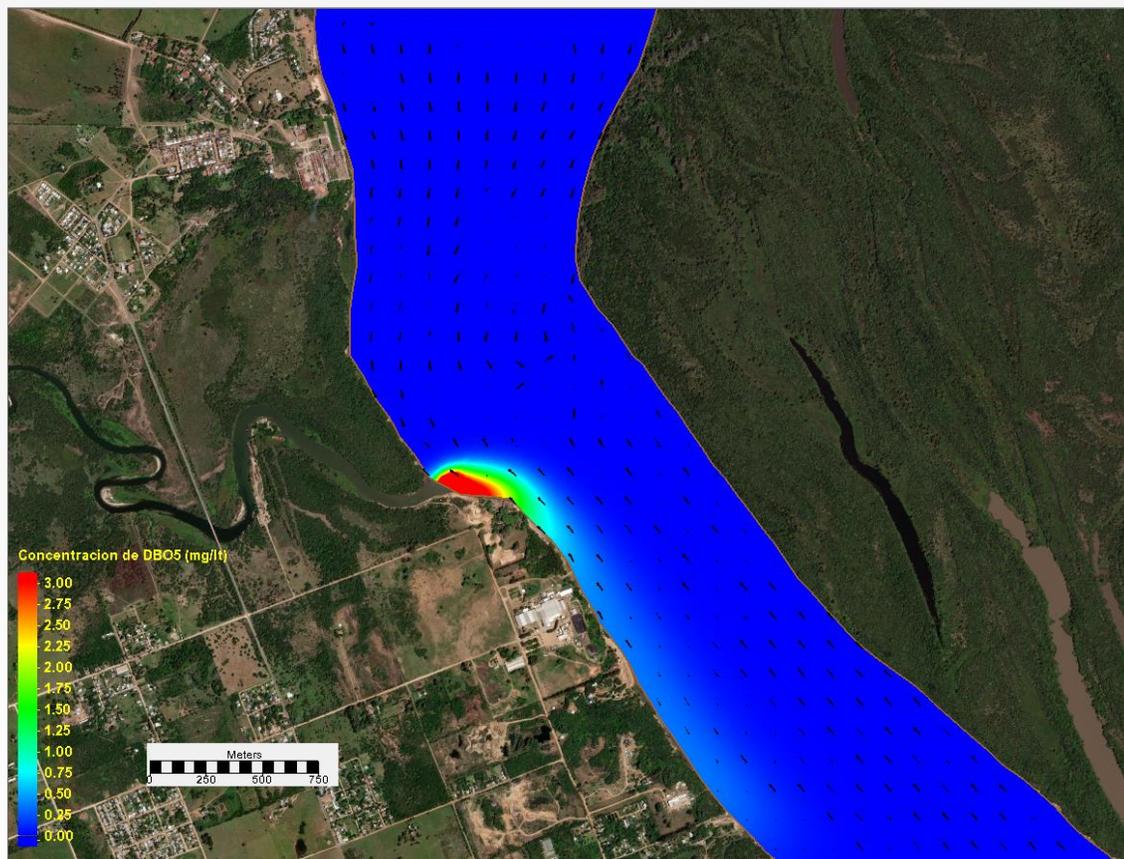
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE SAN JOSÉ

- Pluma hacia aguas abajo en **condiciones de estiaje de diseño**. Longitud de la zona de mezcla aprox. 50 metros
- En las playas 1 km aguas abajo no se superan los 0,8 mg/lt de DBO5 y 40 UFC/100ml de Bacterias Coliformes Fecales



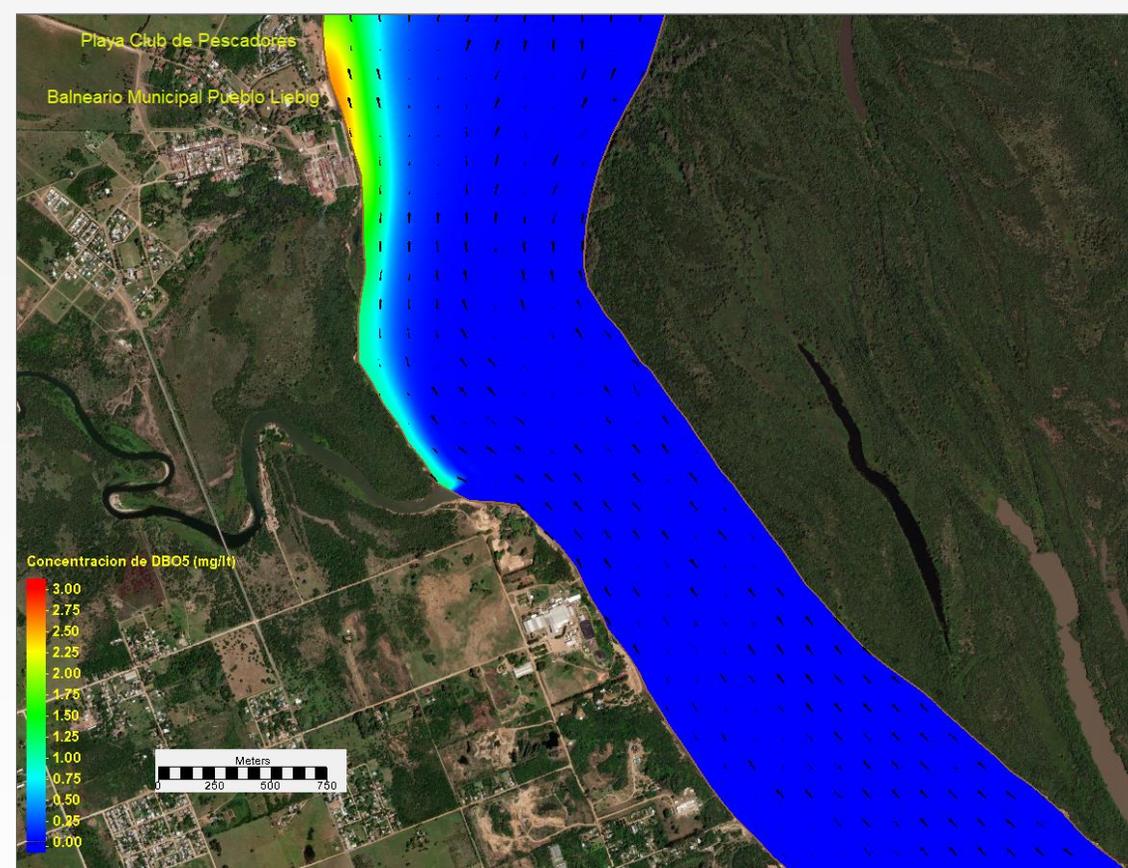
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE SAN JOSÉ

- **Acumulación del efluente durante la inversión del flujo** cuando el flujo prácticamente se detiene.
- Solo se superan los 3 mg/lit de DBO5 o 200 UFC/100ml de Bacterias Coliformes Fecales en una zona de mezcla de 250 metros paralelos a la costa y 100 metros perpendiculares a ésta.



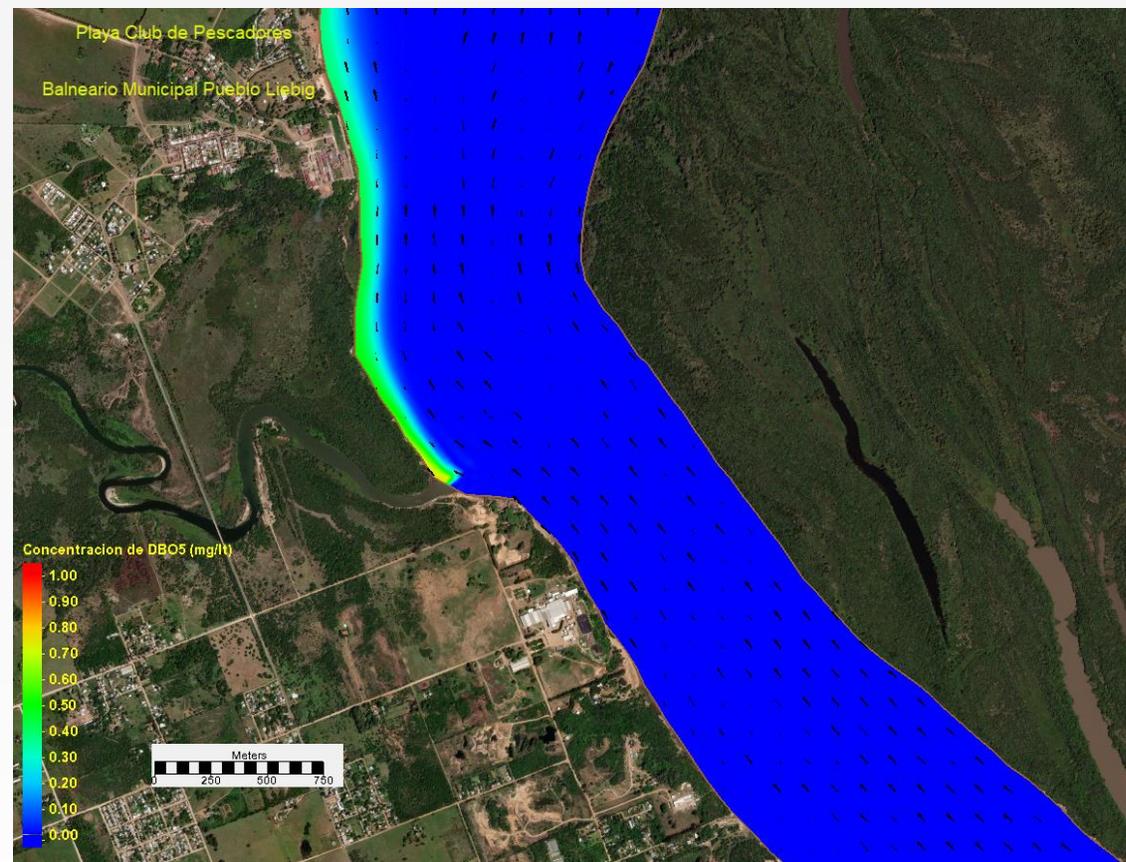
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE SAN JOSÉ

- Pasaje frente a las playas de Pueblo Liebig (“aguas arriba”) del efluente concentrado durante la inversión del flujo.
- Solo se alcanzan 2,5 mg/lit de DBO5 y 125 UFC/100ml de Bacterias Coliformes Fecales durante aproximadamente una hora



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE SAN JOSÉ

- Avance hacia el Norte de la pluma 20 horas después de la reversión de flujo.
- Solo se alcanzan 0,5 mg/lit de DBO5 y 20 UFC/100ml de Bacterias Coliformes Fecales frente a las playas de Pueblo Liebig



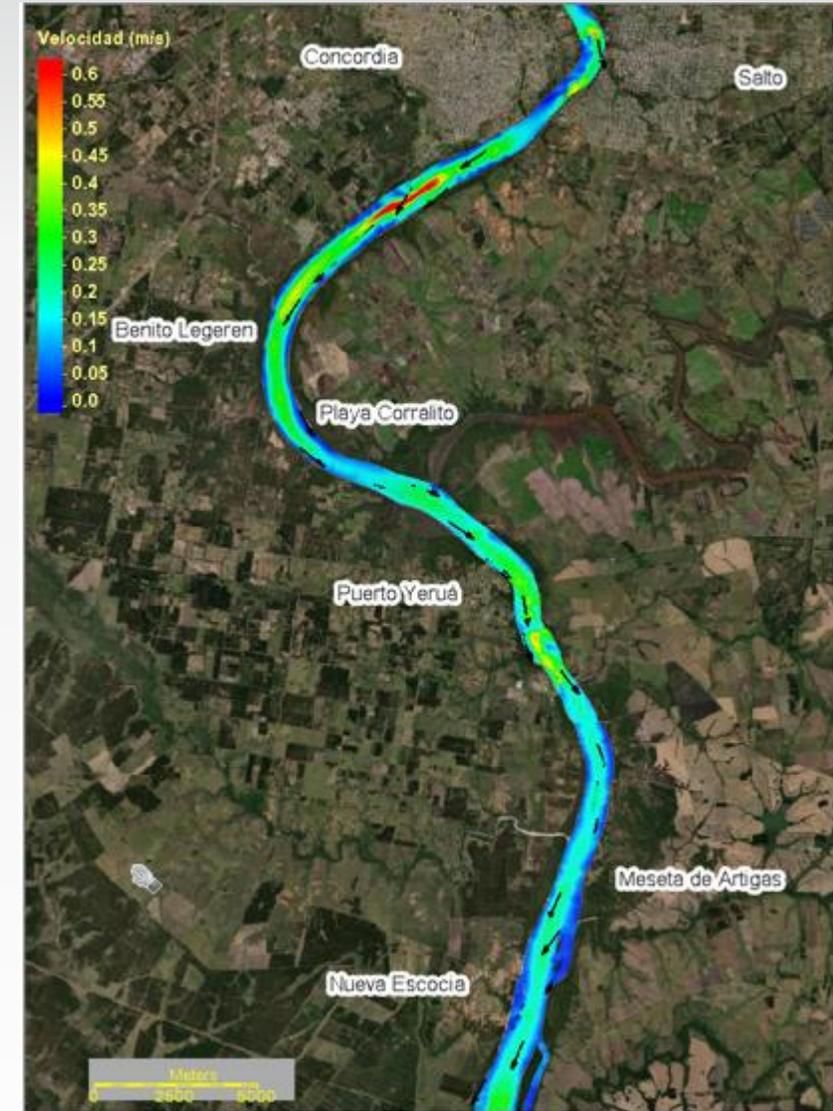
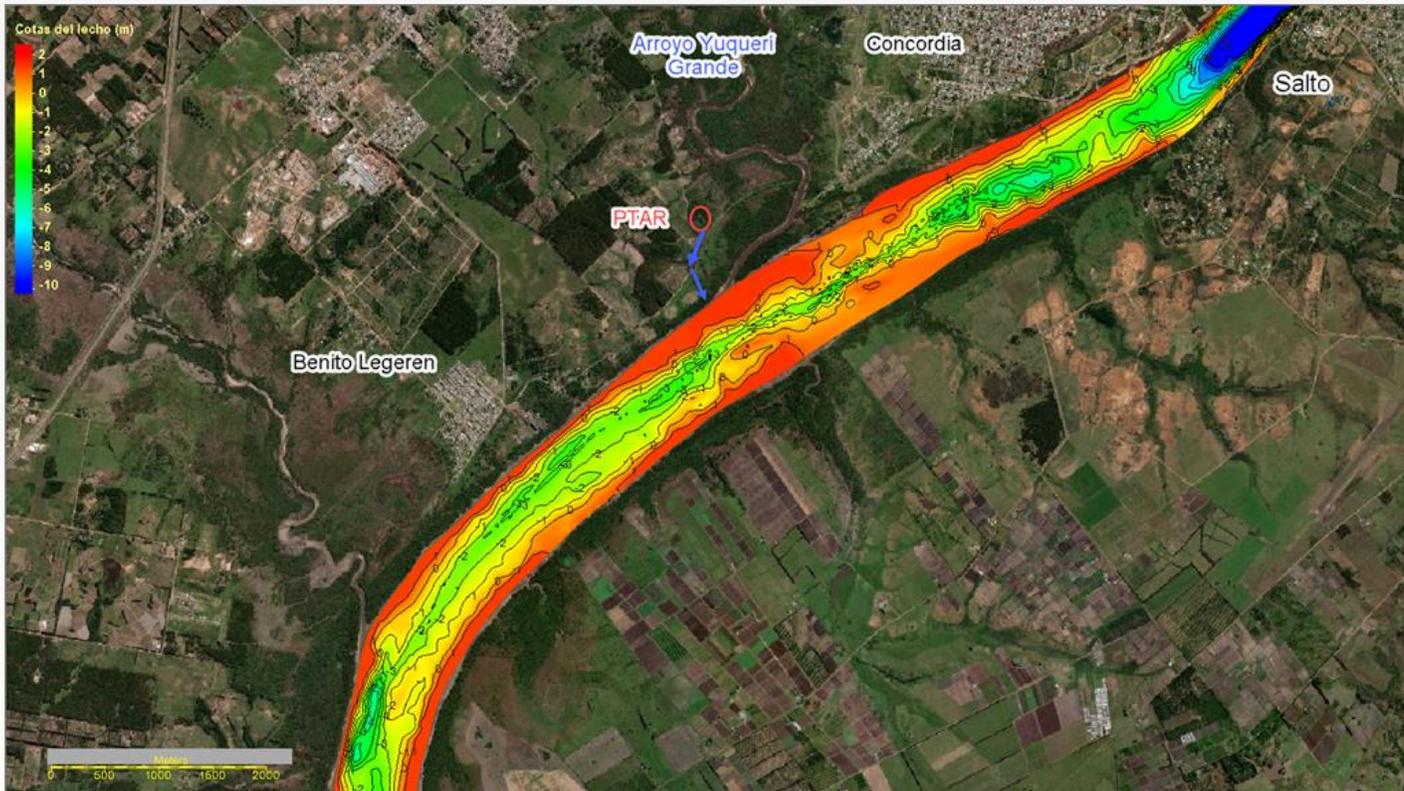
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE SAN JOSÉ

CONCLUSIONES:

- La pluma generada por la descarga del efluente de la PTAR en el río Uruguay a través de un emisario en un punto cercano al ingreso del arroyo Perucho Verna, con concentración de DBO5 igual a 150 mg/l y de bacterias coliformes fecales igual a 10.000 UFC/100ml, y en el escenario correspondiente al día y hora de máxima descarga en el horizonte futuro de proyecto, cumple en exceso con todas las restricciones de calidad de agua especificadas por el Digesto de CARU (2019), tanto en cuanto a las zonas balnearias ubicadas hacia aguas abajo correspondientes a San José y Colón en condiciones de estiaje de diseño, como en las pequeñas playas de la localidad de Pueblo Liebig en caso de coincidir además una intensa sudestada con reversión del flujo fluvial.
- Esta forma de disposición resulta adecuada desde el punto de vista del impacto sobre el medio acuático en sus diferentes usos, y cuenta con un margen de seguridad con respecto a los valores límite especificados por la CARU.

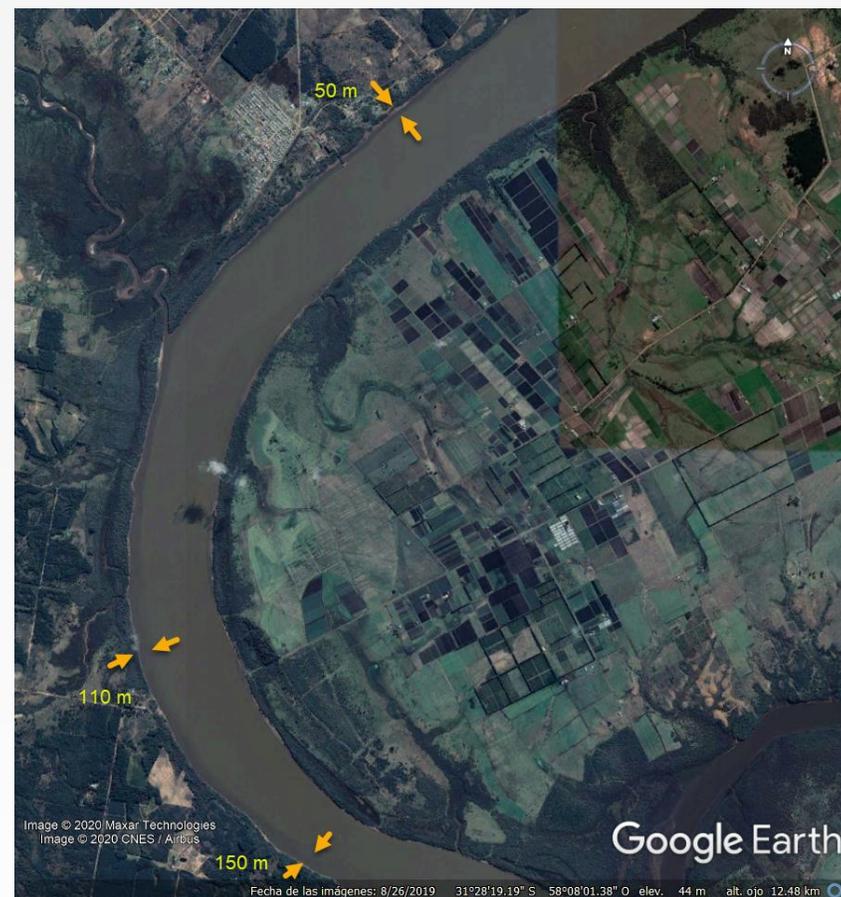
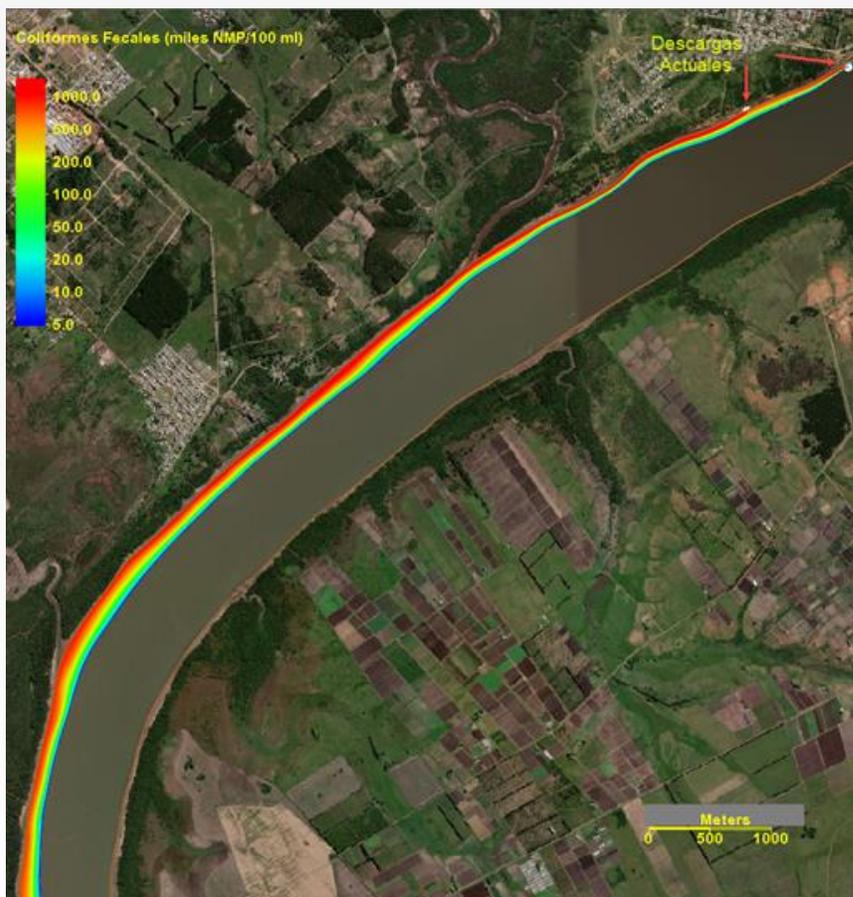
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- En esta zona no se produce inversión del flujo. El objetivo fue ubicar la descarga para minimizar el impacto aguas abajo, en Benito Legeren, Puerto Yeruá y Nueva Escocia



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- Se verificó que las concentraciones de coliformes fecales estén en el orden de 10^6 NMP/100 ml según muestras del año 2005
- A través de imágenes satelitales se corrobora la baja dispersión transversal del efluente en el río y se ajustan coeficientes de dispersión



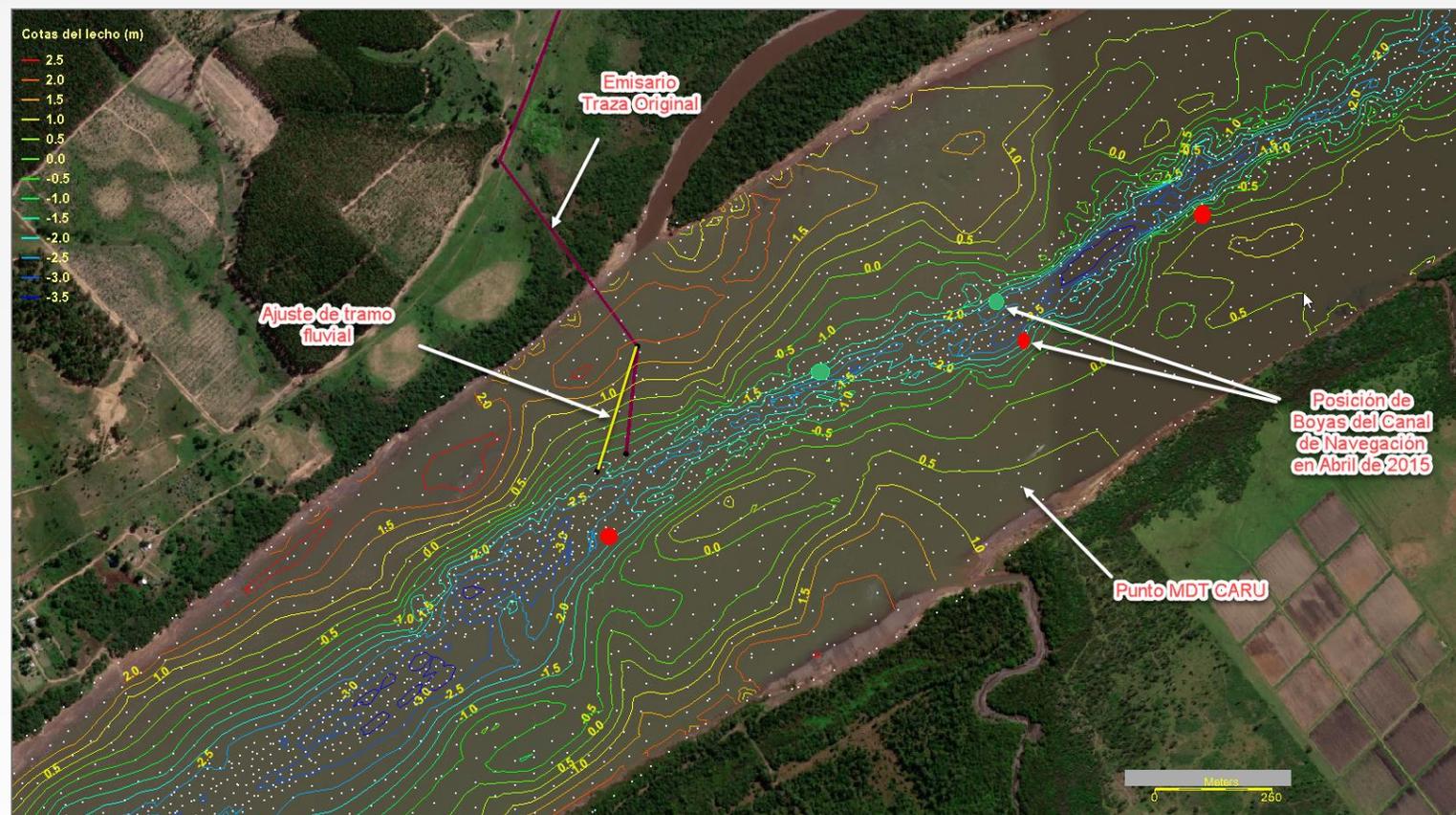
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- Se analizaron alternativas de salida del emisario, acordándose que la traza originalmente propuesta (Alternativa 1) es la más adecuada, dado que la Alternativa 3 se acerca a la desembocadura del arroyo Yuquerí y la profundidad alcanzada es menor, mientras que la Alternativa 2, que alcanza similar profundidad que la Alternativa 1, se acerca mucho al canal de navegación con el consecuente incremento del riesgo de interferencias.



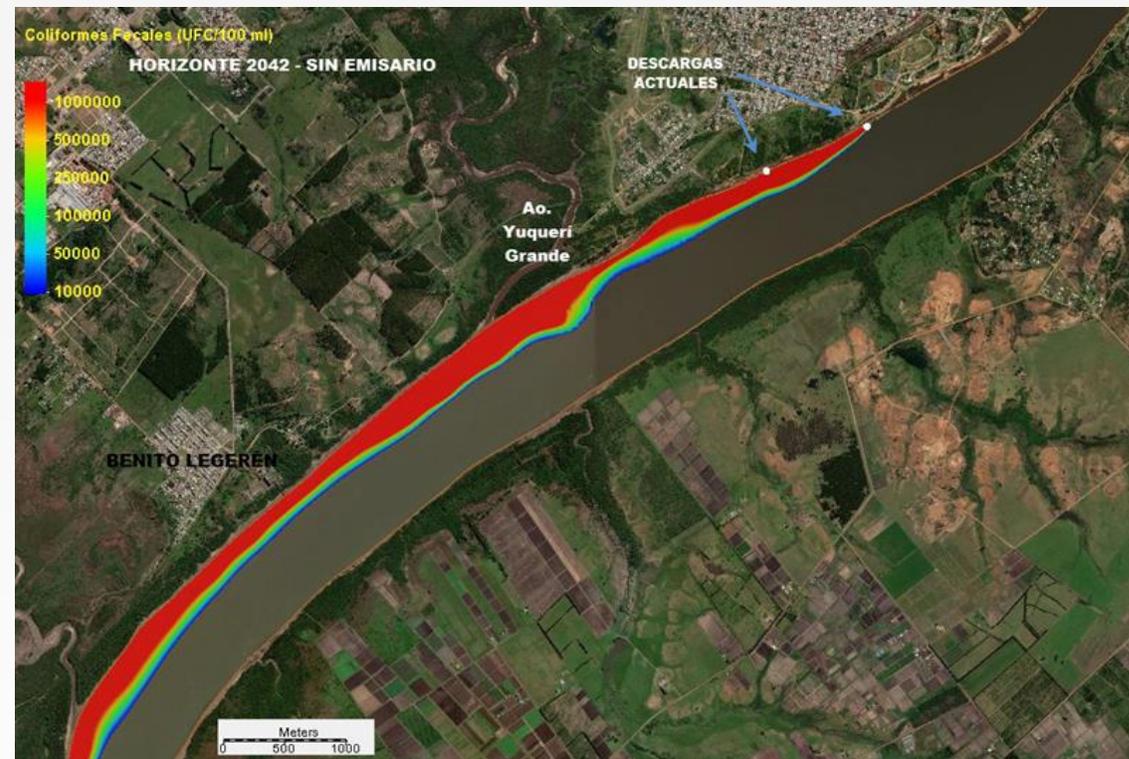
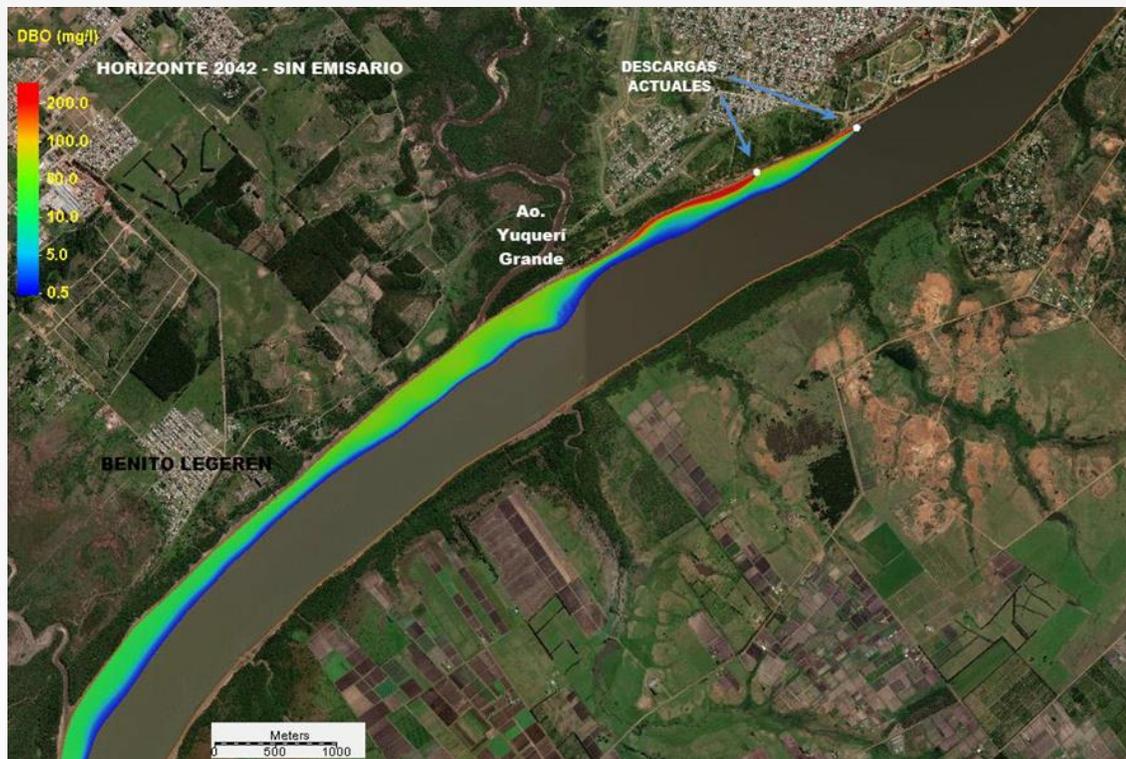
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- Se ajustó la traza y punto de descarga del Tramo fluvial del Emisario para obtener una mayor dilución, usando la batimetría provista por la CARU
- El caudal afluyente es el máximo horario del horizonte del año 2042, igual a $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Para modelizar la situación actual y una posible descarga de efluente sin tratar por by-pass de la PTAR se consideró una descarga de 10^8 UFC/100ml de bacterias coliformes fecales y $400 \text{ mg}/\text{lt}$ de DBO_5 .
- Para la modelización del impacto del efluente por el emisario, se consideró una descarga de 10.000 UFC/100ml de bacterias coliformes fecales y $50 \text{ mg}/\text{lt}$ de DBO_5 .



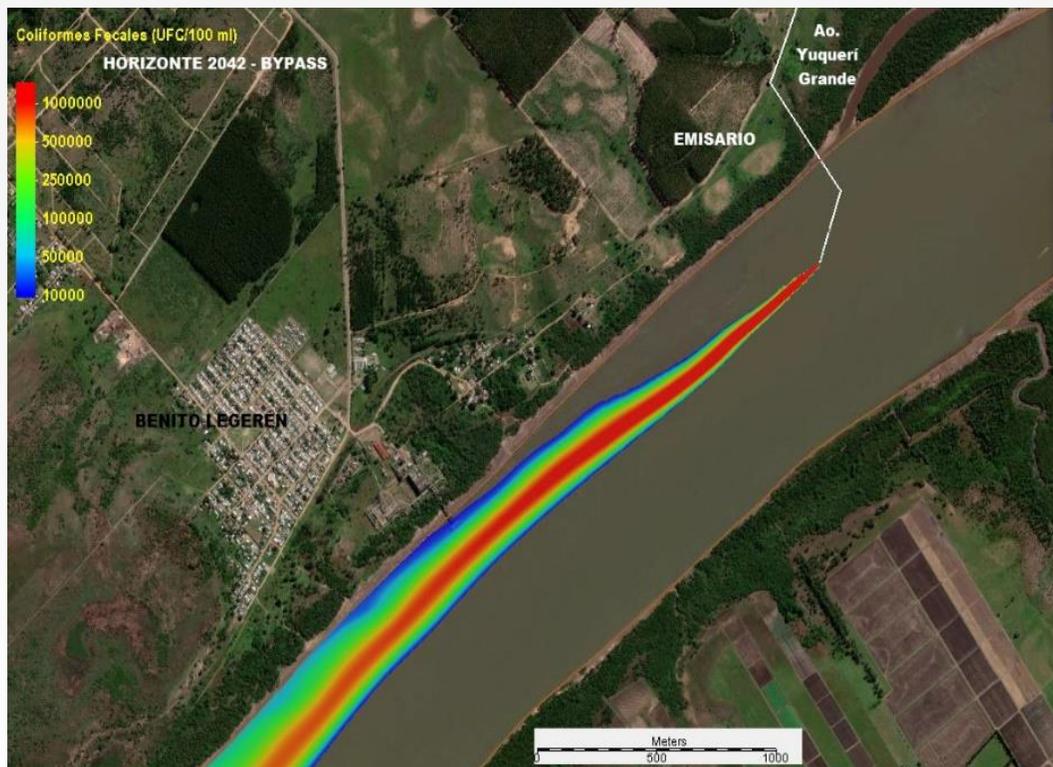
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- Escenario Futuro sin PTAR. Concentraciones DBO₅ superiores a 10 mg/lit y Bacterias Coliformes Fecales superiores a 1 millón UFC/100ml frente a Benito Legeren.



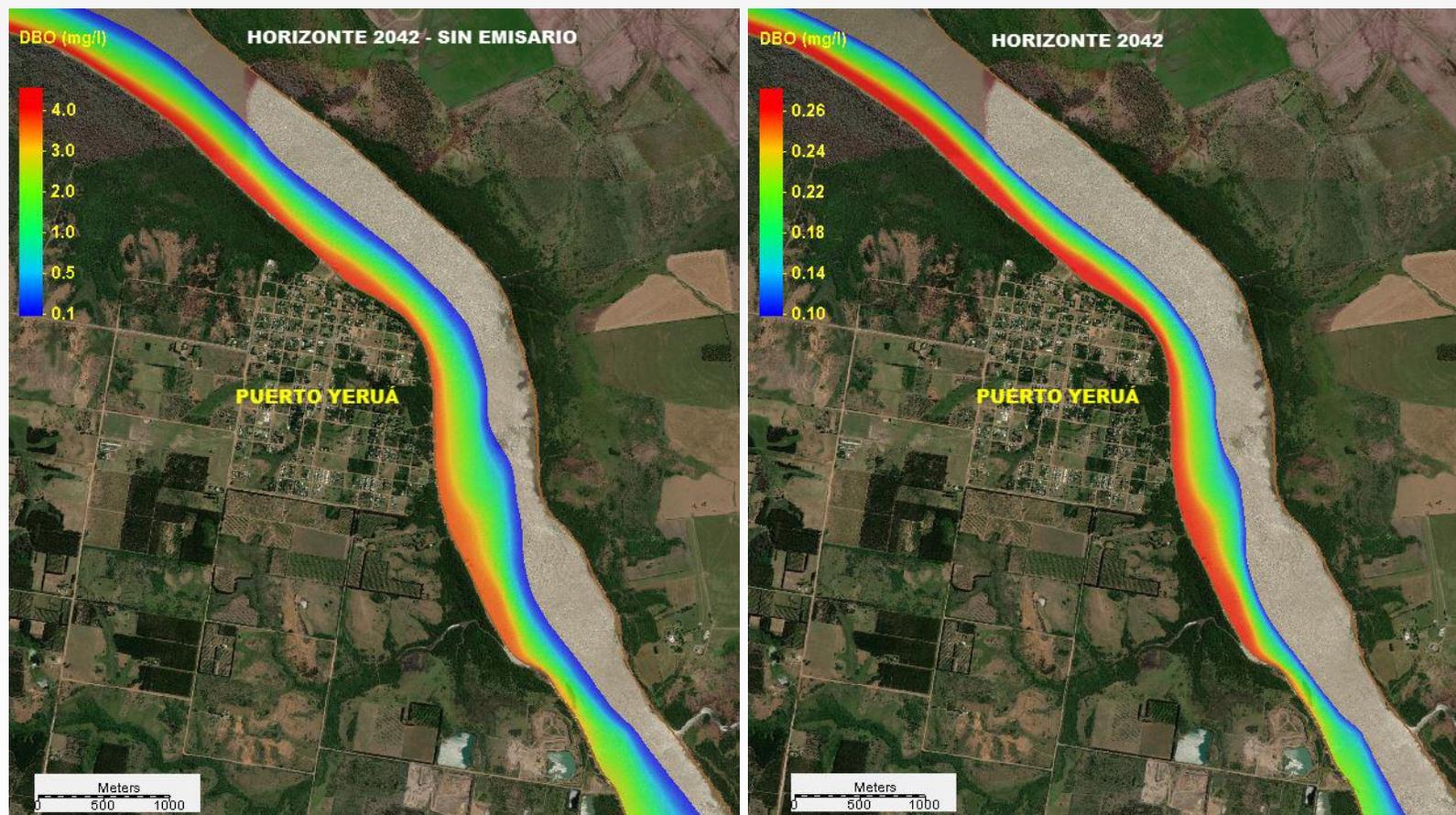
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- Escenario Futuro con By-pass de la PTAR y descarga por emisario.
- La pluma no afecta el frente de Benito Legeren.



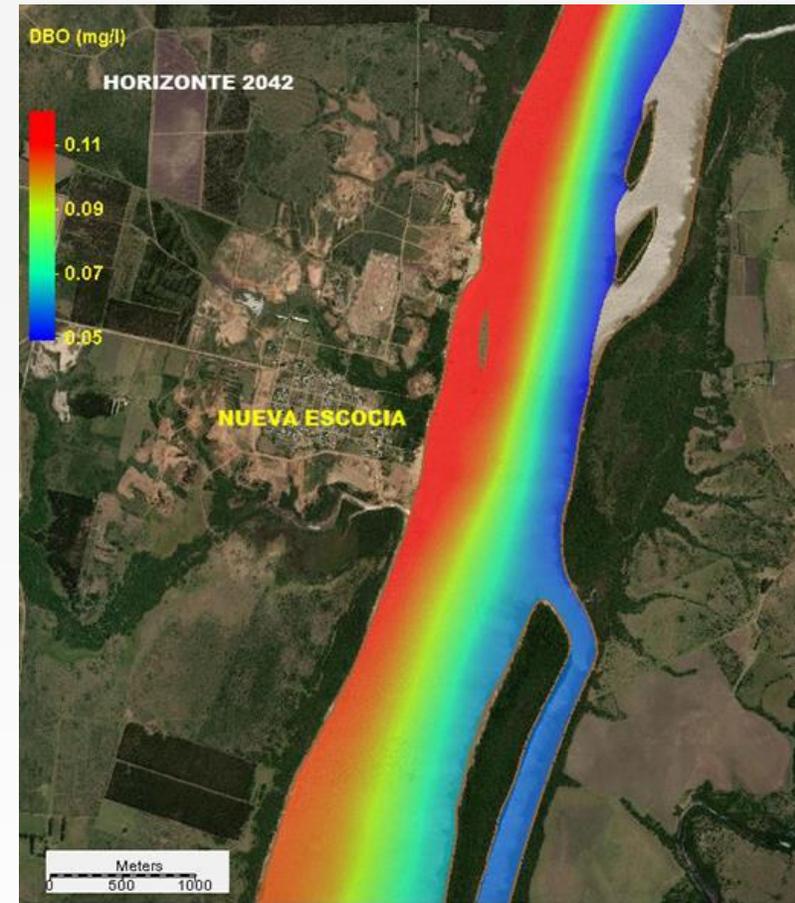
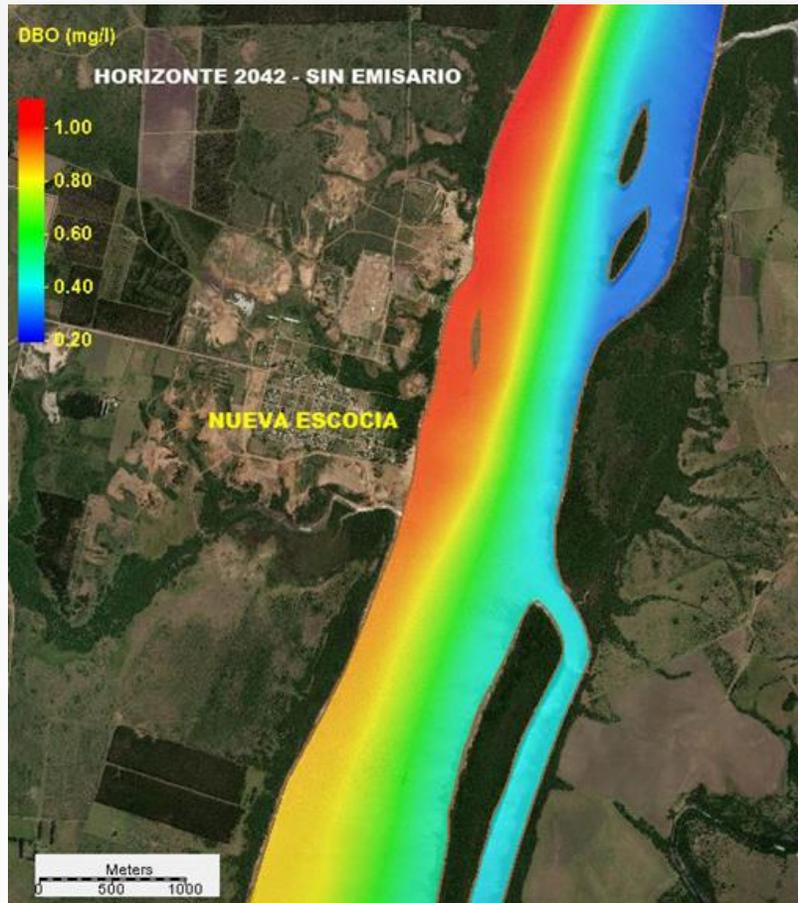
MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- Afectación por DBO_5 de Puerto Yeruá en escenario futuro sin PTAR ni emisario y con descarga de PTAR 50 mg/lit



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

- Afectación por DBO_5 de Nueva Escocia en escenario futuro sin PTAR ni emisario y con descarga de PTAR 50 mg/lit



MODELACIÓN DEL EMISARIO DE CONCORDIA

CONCLUSIONES

- La ubicación de la descarga del emisario en una zona relativamente profunda del lecho permite cumplir con las restricciones sobre calidad bacteriológica en la zona de mezcla de 1.000 m de longitud establecida por la CARU, para bacterias coliformes fecales (< 1.000 UFC/100 ml), Eschericia coli (< 575 UFC/100ml), Enterococos (< 200 UFC/100ml), siempre que el efluente de la cloración presente concentraciones de bacterias coliformes fecales no superiores a 10.000 UFC/100 ml (eficiencia de cloración 99,99%), especialmente durante condiciones de estiaje, dado que para caudales más altos las diluciones serán mayores.
- Se cumple también el estándar de DBO5 < 3 mg/lit y se cumpliría también con la concentración de DQO < 12 mg/lit considerando que no se tratará un efluente industrial.
- En la costa de todas las localidades aguas abajo se cumpliría el estándar de Eschericia coli < 200 UFC/100 ml para actividades recreativas con contacto directo.
- Con esta PTAR de Concordia y la de Salto (Uruguay) ya construida con apoyo de CAF se evitaría que en las playas de San José y Colón en condiciones de estiaje los niveles de bacterias (y Enterococos) se acerquen al límite de balneabilidad (Alejandro Zabalett, Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental, 2012, Grupo GECRU).

Muchas gracias por su Atención

¿Preguntas?





ISOS|2023

Simposio Internacional sobre Sistemas de Emisarios 2023

International Symposium on Outfall Systems 2023



Lo bueno
del agua
llega.



Ministerio de
Obras Públicas
Argentina

