

Análisis geoambiental de la cuenca del río San José para diagnosticar las causas que han generado inundaciones en la ciudad de San José de Mayo

Convenio entre la Udelar- Facultad de Ciencias Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales
Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio- y la Intendencia
Departamental de San José

MSC GABRIELA FERNÁNDEZ, LIC. ANA CLARA BOUZAS, M.A. FELINE SCHÖN, LIC. BERNARDO ZABALETA

COORDINADORES: DR. MARCEL ACHKAR, DR. JOSÉ CARLOS GUERRERO

Productos generados

A nivel de toda la cuenca:

1) Informe: “Análisis geoambiental de la cuenca del río San José para diagnosticar las causas que han generado inundaciones en la ciudad de San José de Mayo”

A nivel subcuencas:

2) Informe: “Análisis detallado del Río San José en el entorno de la capital departamental”

3) Informe: “Caracterización biofísica de la subcuenca del arroyo Carreta Quemada- alternativas para la construcción de un canal”

4) Informe: “Planificación de experiencia Piloto para la extracción de sedimentos en las márgenes de inundación del Río San José en la zona inmediata a la Capital del Departamento”

5) Material de difusión: tríptico



1) Análisis geoambiental de la cuenca del Río San José para diagnosticar las causas que han generado inundaciones en la ciudad de San José de Mayo

Objetivo

Establecer los principales factores que intervienen y favorecen los eventos de inundación en la ciudad de San José de Mayo

Estrategia metodológica

Análisis espacial de las transformaciones de uso del suelo (1987-2017) mediante técnicas de percepción remota

+

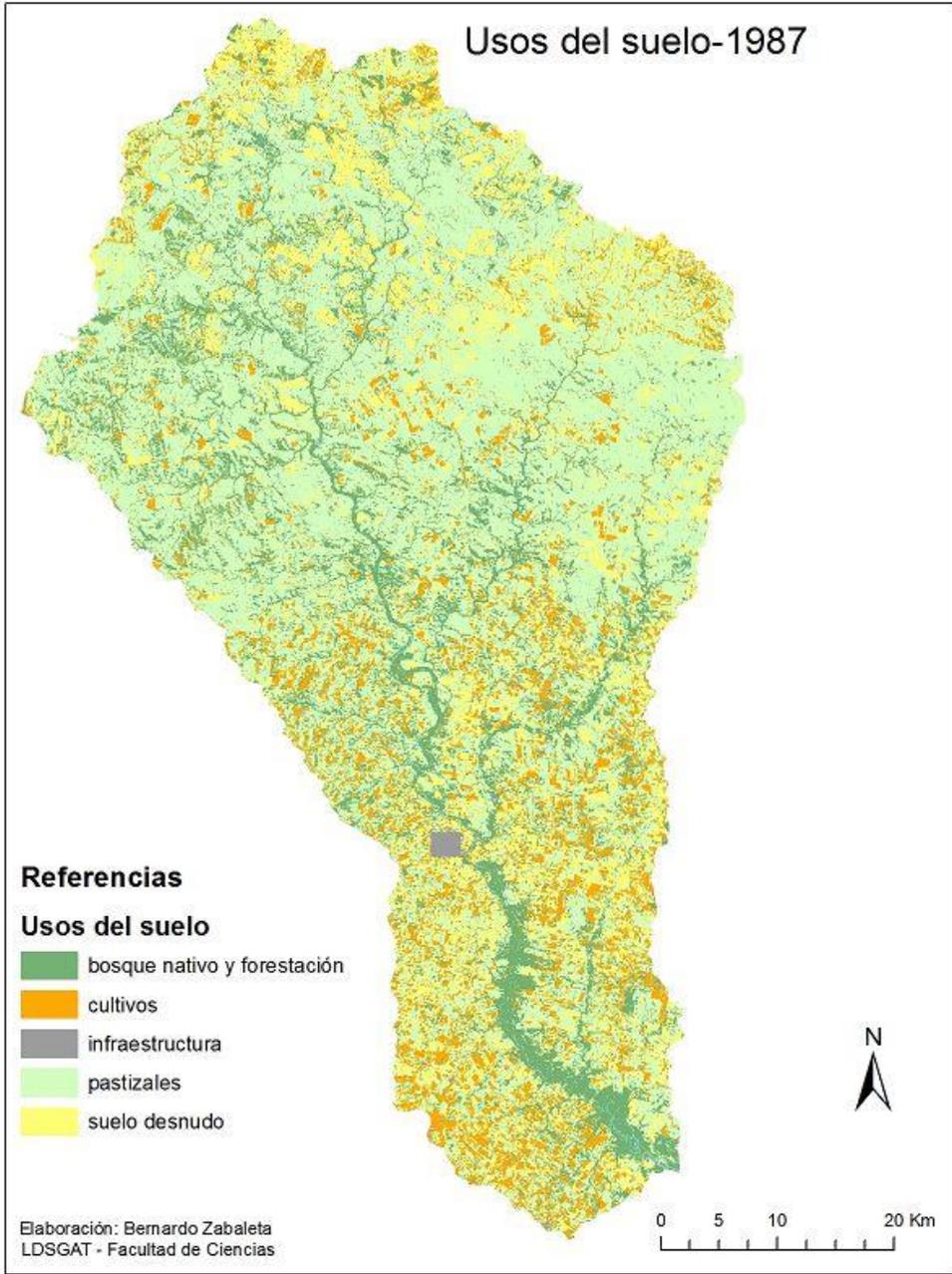
análisis de las **series pluviométricas** de estaciones meteorológica de la cuenca para identificar posibles tendencias de aumento en las precipitaciones

+

análisis de **series de niveles** del Río San José (estudio de frecuencias), para determinar el comportamiento de los eventos de crecidas.

Correlación precipitación-nivel en tres períodos:
1987-1996,
1996-2005,
2005-2018

Fuentes de datos: SINAE, DINAMA, INE, INUMET, DINAGUA

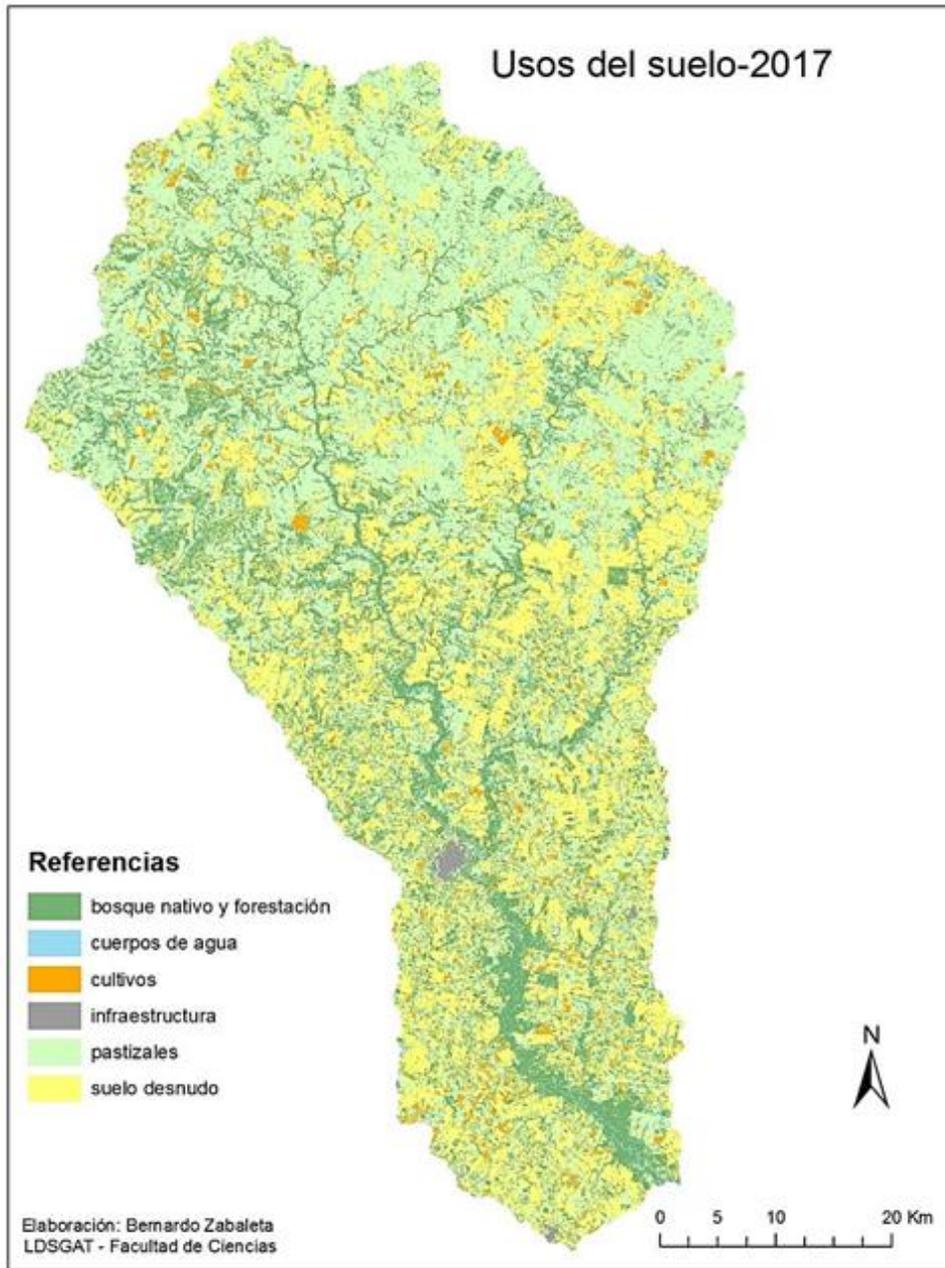


Comparación de imágenes satelitales 1987- 2017

Usos del suelo de la cuenca Río San José 1987	
Uso	%
Forestación, bosque nativo, chilcal	14
Cultivo	2
Suelo desnudo	12
Rastrojo	11
Cuerpos de agua	1
Pastizales y praderas	59
Infraestructura	1

} **25%** área destinada a cultivos

Fuente: elaboración equipo en base: Landsat 5, nivel 1, 25.06.1987



Comparación de imágenes satelitales 1987- 2017

Usos del suelo de la cuenca Río San José 2017	
Uso	%
Forestación y bosque nativo	14
Cultivo	8
Suelo desnudo	35
Chilcal	8
Cuerpos de agua	1
Pastizales y praderas	33
Infraestructura	1

43% área destinada a cultivos **AUMENTO**

DISMINUCIÓN

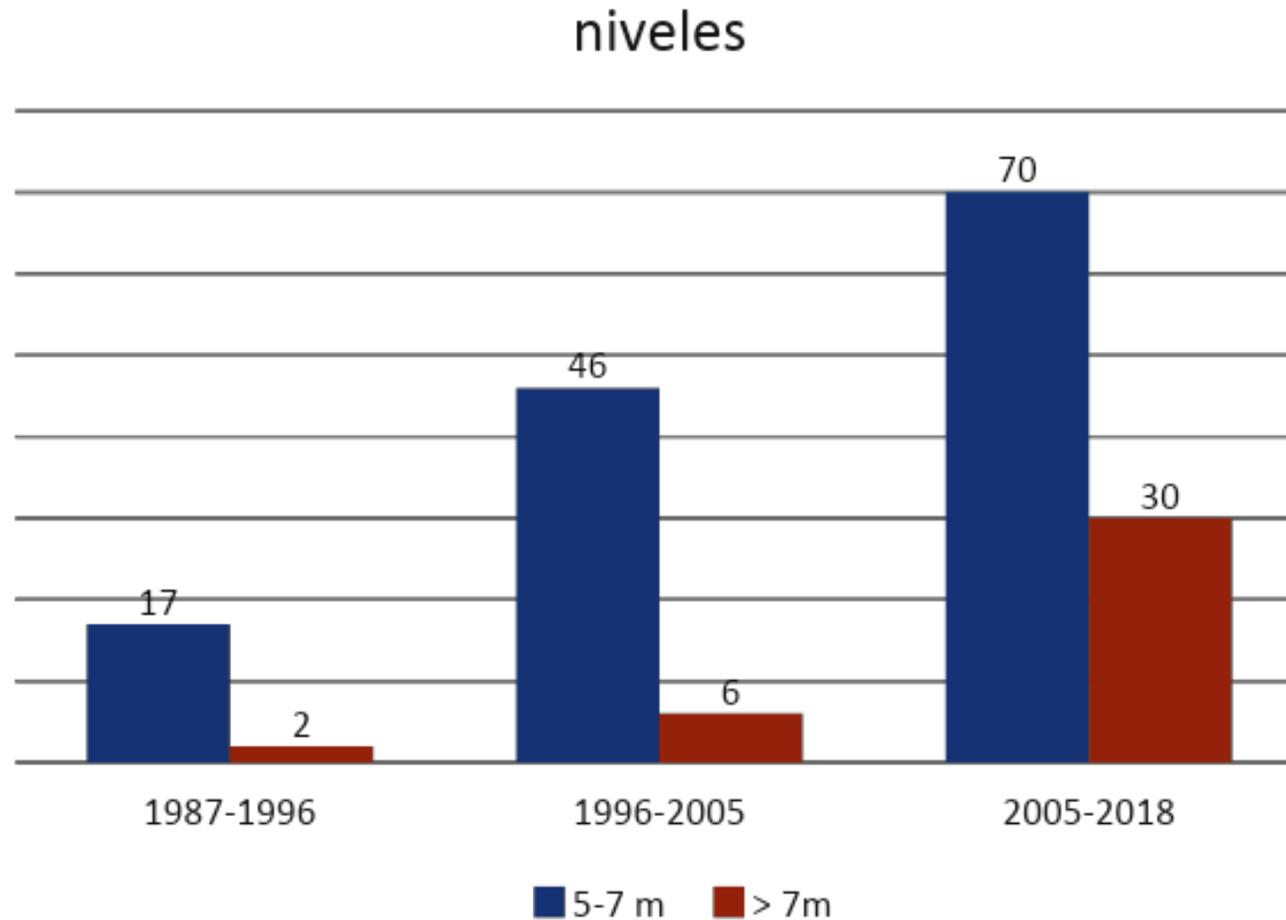
Fuente: elaboración equipo en base: Sentinel-2, 10.06.2017

¿Cómo trabaja un río?

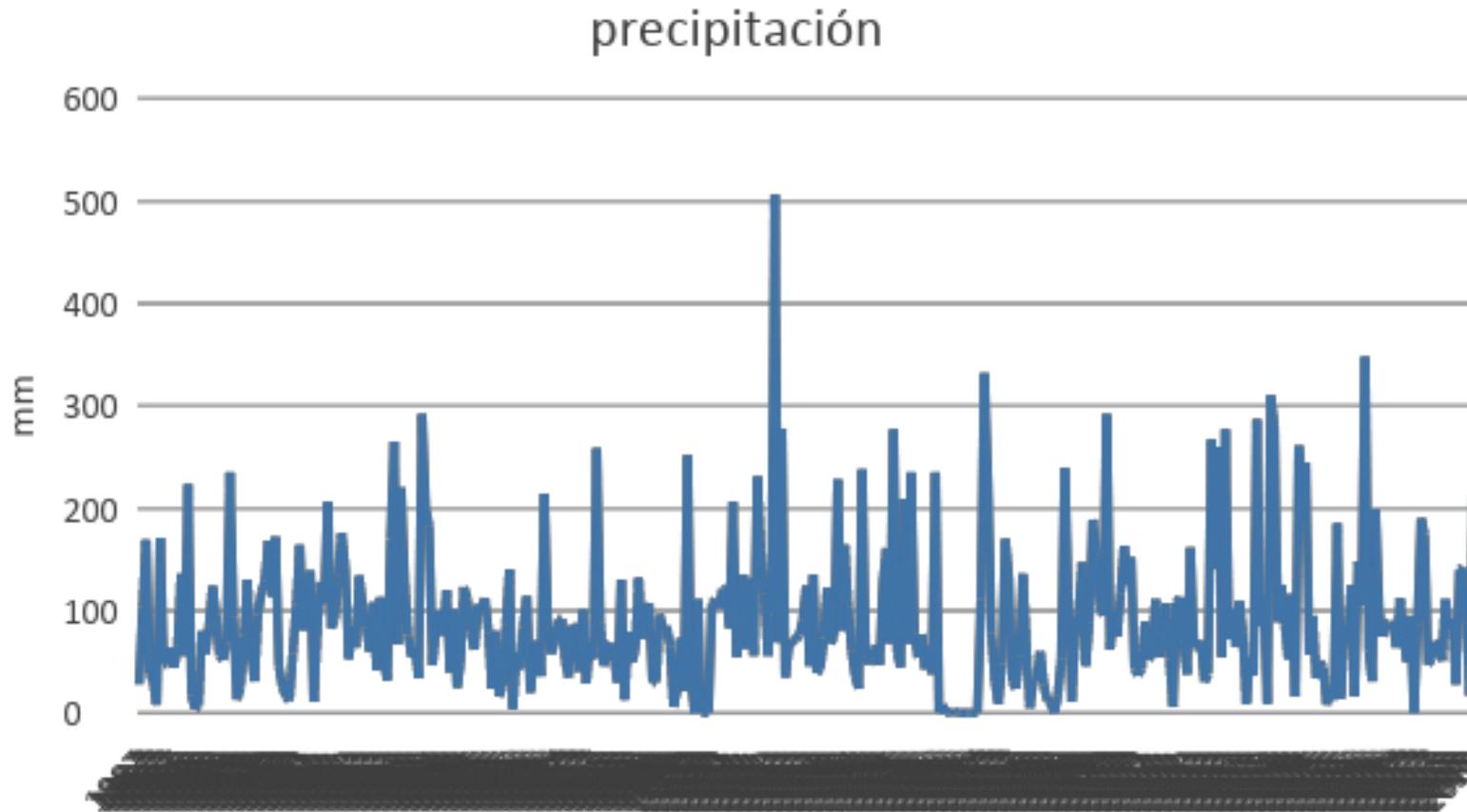
Con las variaciones de caudal (bajante, normal, excepcional), la **corriente fluvial puede erosionar el lecho y las márgenes**, siendo variable el transporte de sedimentos.



Aumento en frecuencia de crecidas



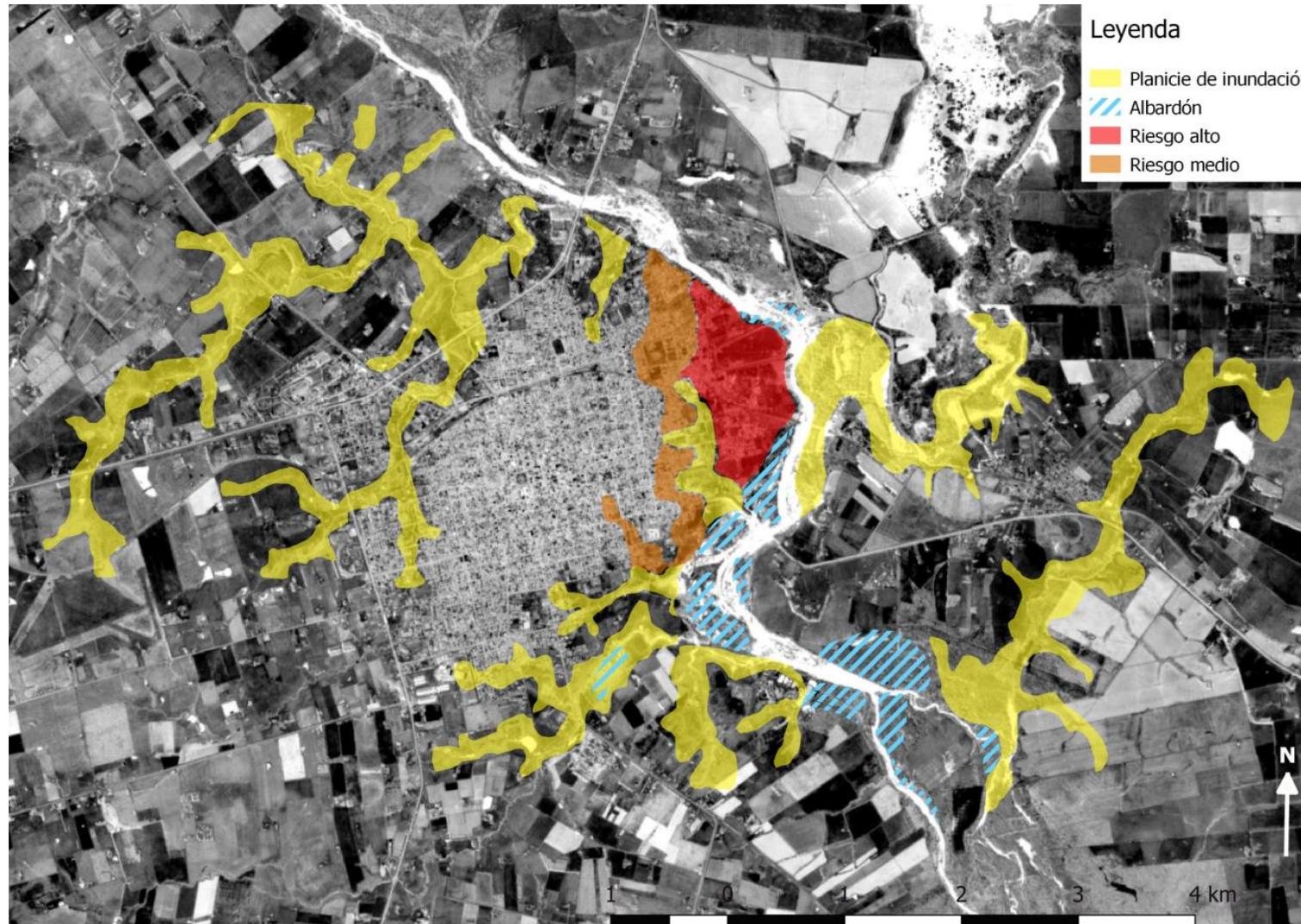
Volumen de precipitaciones sin cambios (1987-2017)



A partir de análisis estadísticos se desprende que no existen cambios temporales ni tendencias en los regímenes de precipitación.

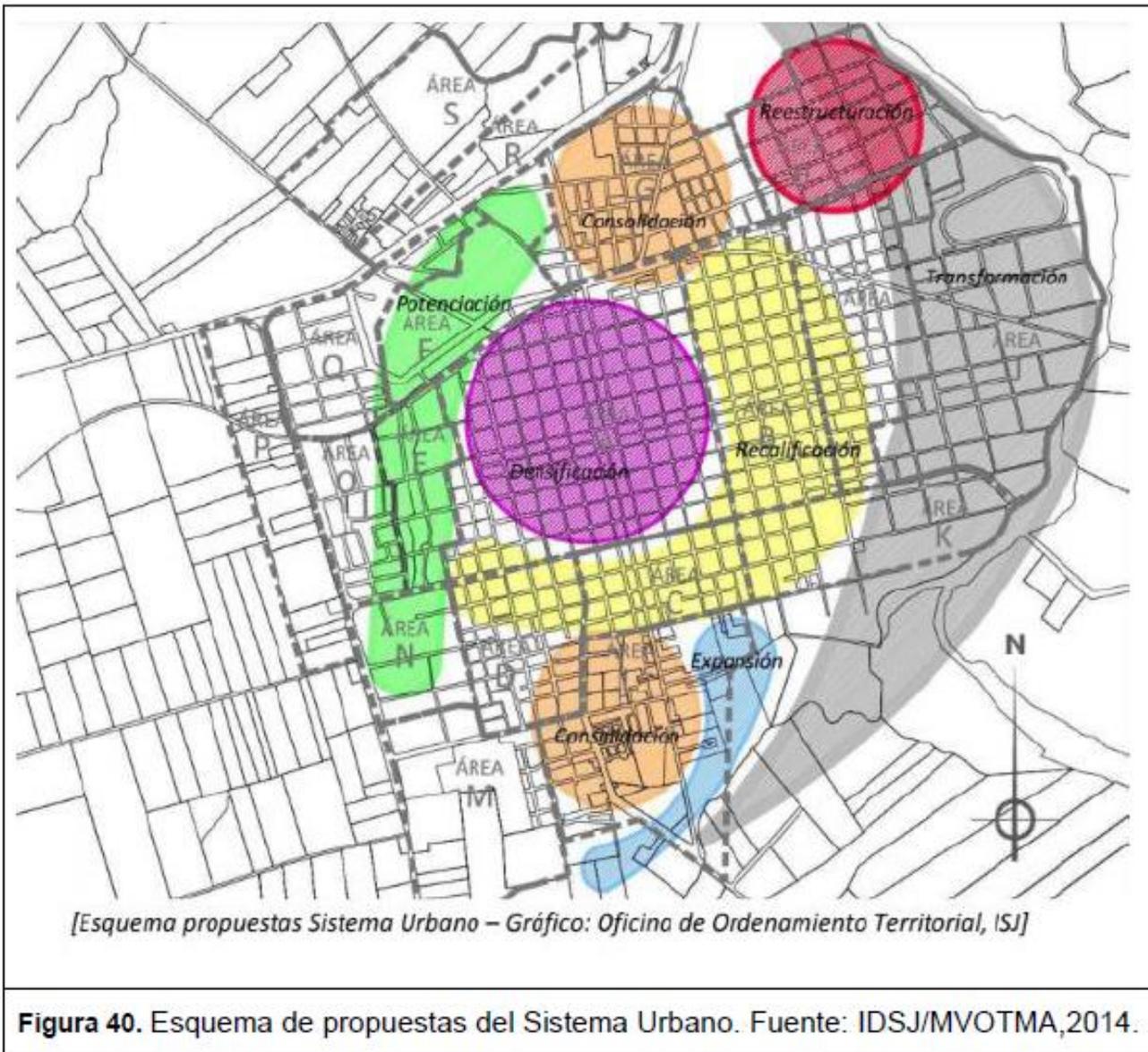
Por lo tanto, **se descarta que las variaciones climáticas expliquen el aumento en los niveles del Río.**

Intervenciones urbanas y riesgo de inundación



Análisis fotogramétrico **detectó** proceso de densificación del área urbana ya consolidada entre los años 1966 y 2017, principalmente **en planicie de inundación** del R° San José.

- obras de relleno en áreas potencialmente inundables
- favorece procesos de impermeabilización del suelo
- reducen planicie de crecida de arroyos urbanos



Plan Local de Ordenamiento Territorial y DS

Figura 40. Esquema de propuestas del Sistema Urbano. Fuente: IDSJ/MVOTMA, 2014.

Resultados

Los resultados obtenidos del análisis de correlación sugieren que la **respuesta del nivel del río ante las precipitaciones del período 2005-2018 es más inmediata y lineal** que en los 2 períodos anteriores (1987-1996 y 1996-2005).

Se podría asociar a un **aumento en la velocidad de escurrimiento superficial en toda la cuenca.**



Causas de inundaciones se asocian a:

- **Grandes cambios en los usos del suelo** entre los años 1987-2017: Principalmente vinculados a la transformación de la matriz productiva: de pastizales a cultivos
- **Suelos** arcillosos característicos de la zona, desprovistos de cobertura vegetal (por manejo de siembra directa) **reducen su capacidad de infiltración.**
- **Aumento en la velocidad de escurrimiento superficial y disminución de la capacidad de infiltración del suelo** ➡ **DISMINUYE EL TIEMPO DE RESPUESTA** del Río entre la precipitación y el aumento del caudal.

Propuestas de mitigación (1)

Propuesta 1

A nivel de cuenca del Río San José, implementar la medida 8 propuesta para el Río Santa Lucía.

“MEDIDA 8: Instaurar una zona de amortiguación o buffer en la cuenca hidrográfica declarada sin laboreo de la tierra y uso de agroquímicos (para la conservación y restitución del monte ribereño como forma de restablecer la condición hidromorfológica del río)”.



Propuestas de mitigación (2)

Propuesta 2

A nivel de cuenca para reducir la velocidad de respuesta del río en eventos de precipitaciones abundantes, se sugiere:

Establecer un plan de **conservación y recuperación de áreas de bañados (humedales)**, tendiente a mantener la función de regulación hídrica de los mismos.



Propuestas de mitigación (3)

Propuesta 3

A nivel urbano en las zonas bajas identificadas como **planicies de inundación**, deben ser áreas **no habilitadas para uso habitacional y/o industrial**, con **estricta prohibición de realizar rellenos**. Limitando al uso recreativo (parques, áreas verdes). Establecer un plan para trasladar a las poblaciones allí establecidas.

En cuanto a la capacidad de drenaje se recomienda **favorecer la circulación del flujo**, **evitando obstrucciones** por acumulación de sedimentos o residuos especialmente en los puentes ubicados en el A° Mallada.



Propuestas de mitigación (3)



Propuestas de mitigación (4 y 5)

Propuesta 4

Por la conformación del lecho del río y la dinámica fluvial, se entiende que **no serían pertinentes obras de dragado** del lecho a la altura de la ciudad, ya que no hay acumulación de sedimentos aguas debajo.

Propuesta 5

Existe a 5 km de la ciudad un **afloramiento rocoso** en el lecho, que en eventos puede enlentecer el flujo. Para el caso de **quitar estas rocas, aparentemente mejoraría el transporte fluvial, pero no evita las crecidas aguas arriba.**

Riesgos potenciales



- **Afloramiento rocoso** en el canal de aproximadamente 2 km de longitud, funciona como dique natural en eventos de crecida.
- **Localización y diseño constructivo del puente bypass** en ruta n°11, que se encuentra próximo al afloramiento rocoso, podría afectar el flujo hídrico, provocando un potencial incremento del nivel del agua, con nuevas áreas de inundación.
- A nivel urbano, se identificó el **aumento de infraestructuras sobre las subcuencas urbanas**, que conllevan obras de relleno en áreas potencialmente inundables.

Riesgos potenciales



2) “Análisis detallado del Río San José en el entorno de la capital departamental”

Objetivo

Evaluar posibles soluciones mecánicas en el canal



Medidas de mitigación

- Analizar en forma detallada el sector urbano del río San José
- Caracterizar el lecho del Río, determinando especialmente:
 - Las zonas de acumulación de sedimentos (arenales y bajofondos)
 - Zonas prioritarias a recuperar con medidas de limpieza del cauce
 - Posibles áreas a parqueizar en la planicie del Río



¿Cómo trabaja un río?

Los cursos fluviales transportan agua y sedimentos en todo su recorrido



A lo largo de un curso fluvial, se pueden observar en el lecho del cauce, **sedimentos de diferentes granulometrías** (guijarros, arenas, limos y arcillas) con pocos metros de diferencia, que se **erosionan, transportan y acumulan**.

¿Cómo trabaja un río?

Con las variaciones de caudal (bajante, normal, excepcional), la **corriente fluvial puede erosionar el lecho y las márgenes**, siendo variable el transporte de sedimentos.

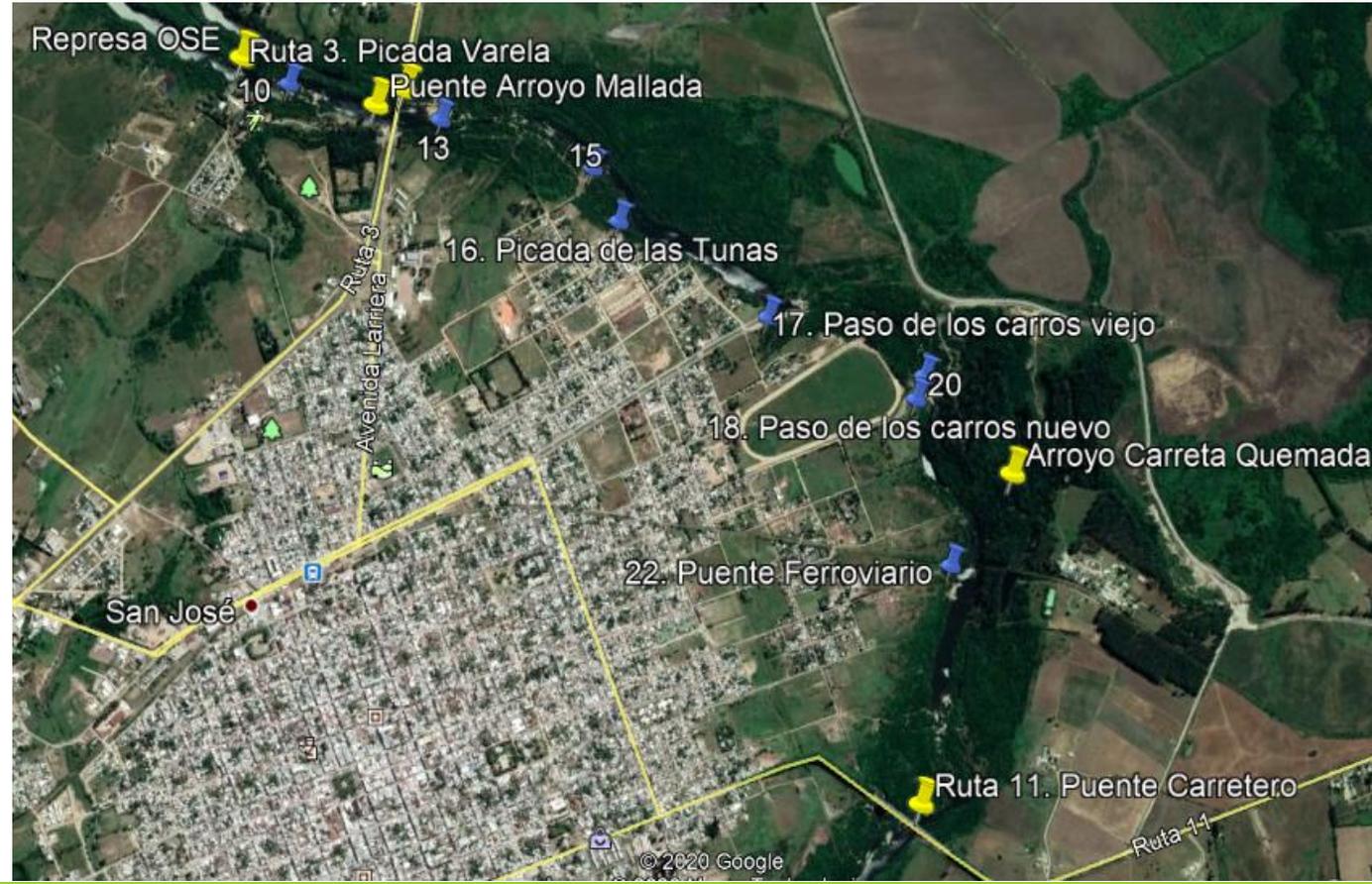
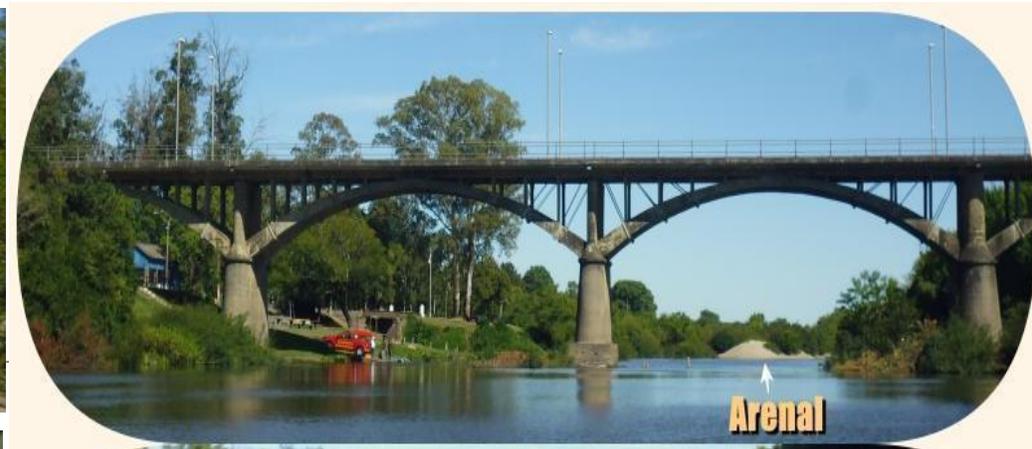


Metodología

- Revisión bibliográfica
- Actividades con la población local (recorridas y talleres)
- Análisis del modelo digital de terreno obtenido del IDEuy
- Comparación de fotografías aéreas de 1966 e imágenes satelitales
- Ingreso y manejo de la información en ambientes SIG mediante softwares Global Mapper y Quantum GIS.



Recorrido



Identificación de problemas

- Formación de arenales y bajofondos en el lecho
- Aumento de la vegetación en el lecho y las márgenes fijando los arenales
- Acumulación de basura de origen urbano
- Estrangulamiento del canal en varios puntos del recorrido



Zonas de sedimentación en las márgenes convexas



Imágenes IDEuy vuelo 2017
VS
Fotografías aérea vuelo 1966

Resultado de relevamientos

- Se identificaron **45 áreas de acumulación** de 43 has aproximadamente (entre represa de OSE hasta 2 km al sur del frigorífico, tramo de 8 km)
- **PROPUESTA GENERAL:** extracción y limpieza total de la cobertura vegetal y materiales sedimentarios del canal y de las márgenes.
- **A considerar:** Se depositan en forma continua, cientos de metros cúbicos de arenas (de grano medio a grueso) y cantos rodados. Estos materiales son útiles para la construcción y pavimentación vial por parte de la Intendencia (directa o indirectamente)



Medidas en tres sectores y plazos

Con el objetivo de planificar las acciones de recuperación de la dinámica del caudal se **propone trabajar por sectores y plazos**



- Las **tareas de remoción deben realizarse de Sur a Norte** (a contracorriente, del Sector A al C), de esta manera se favorece que la propia energía del curso sea quien ayude en el transporte de los materiales (Principio de erosión remontante).

Se proponen medidas:

- a corto plazo
- mediano plazo
- largo plazo

Medidas a corto plazo



1. Corte y retiro total de vegetación en arenales y márgenes

- **IMPORTANTE:** Requieren Autorización de la Dirección General Forestal (área de bosque nativo)- aunque la vegetación es mayoritariamente exótica



2. Extracción de materiales del lecho y márgenes

- **IMPORTANTE:** Requieren autorización del MTOP, la adjudicación de permisos de extracción de materiales en álveos públicos, con destino al consumo interno y/o exportación. (Art 96 Ley 15.851, Decreto 502/1987).

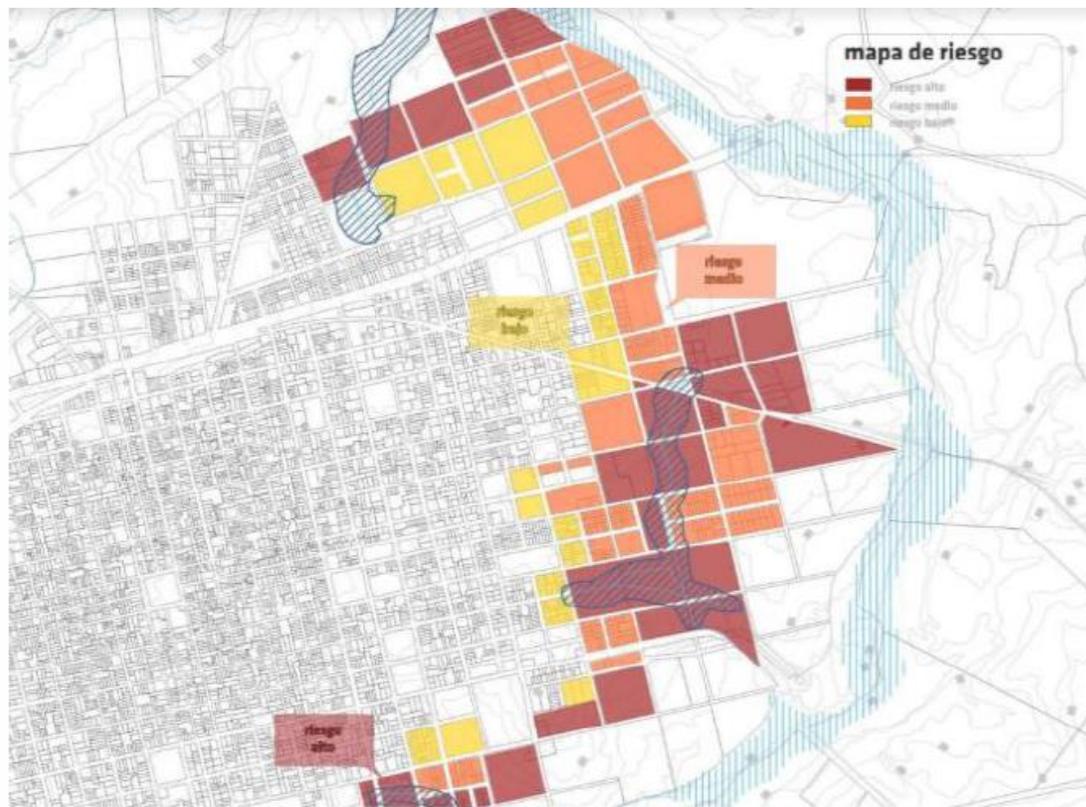


3. Erradicación de basurales endémicos ubicados en la orilla

- Se recomienda se implemente un Plan de Educación Ambiental para la resignificación y transformación de estas áreas hacia uso recreativo.

Medidas a mediano plazo

1. Parque en la ribera del Río San José: podría cumplir doble función: área de recreación y de amortiguación (concuerda con PLOT, 2014)



[Mapa de Riesgo de Inundación (primario) – Gráfico: DINAGUA / MVOTMA]

Figura 39. Mapa de Riesgo de inundación. Fuente: IDSJ/MVOTMA, 2014

- **Recuperación del monte ribereño-** Parque urbano o área natural, que comience en Picada de Varela hasta el Puente Carretero
- **Reubicar a la población que ocupa zonas de riesgo por inundación y alta vulnerabilidad social** (En acuerdo con PLOT: área de cambio de estrategias de ocupación y uso del suelo).

2. Recomendaciones a efectuar en el terraplén de la vía férrea (funciona como un dique: enlentece y detiene la circulación del flujo)

- **Retiro de terraplenes o apertura de sangradores en terraplén**
- **IMPORTANTE:** requiere estudio específico y se debe contar con la autorización de AFE



Medidas a largo plazo: Plan a nivel de cuenca para reducir la velocidad de respuesta del Río en eventos de precipitaciones abundantes

1- Programa de preservación y recuperación de humedales

- regulan flujo del sistema hidrológico

2- Programa de conservación y restitución de bosques nativos

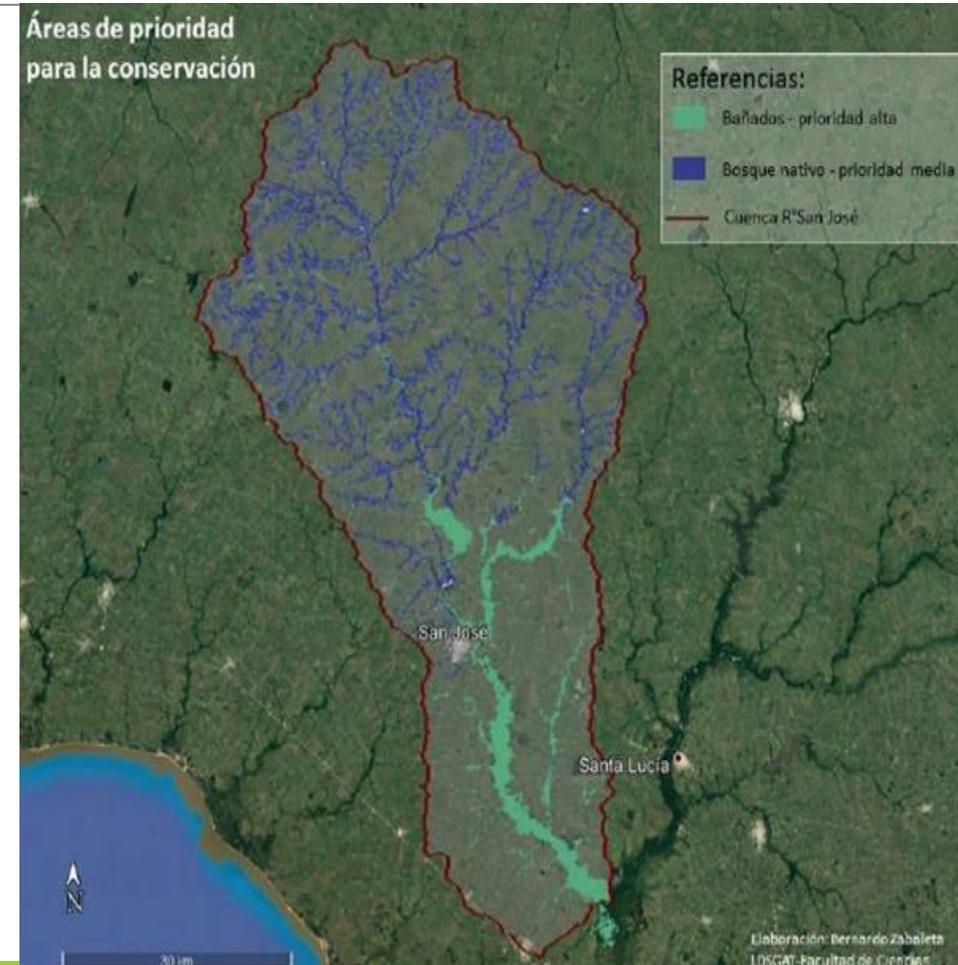
- principalmente en nacientes por su importancia en preservación de red hidrológica, y cumple función de barrera protectora.

IMPORTANTE: Para ello, gobiernos departamentales tienen atribuciones en la Ley de Ordenamiento Territorial y DS (N°18.308).

3- Implantación de la Medida 8 - Plan de Acción del Río San José- Cuenca del Santa Lucía (MVOTMA)

Por decreto de Resolución Ministerial (Resolución Ministerial N.º 229/2015): con el objetivo de evitar el escurrimiento superficial, erosión y recomponer las márgenes de los cursos, se establecen zonas buffer en los cursos que conforman la Cuenca del Río San José

IMPORTANTE: Se deberá buscar incentivos económicos que faciliten la consolidación de esta medida en padrones afectados



Resumen ejecutivo: corto plazo

	Actividades	Localización		Superficie (m2)	Observación		
		A corto plazo	1 -Corte y retiro de vegetación	Sector A		9245	Se debe cortar y retirar la cobertura vegetal de toda la masa arbórea y arbustiva. Se puede transplantar árboles de especies nativas para crear el parque costero. Para realizar la extracción se deberá solicitar la autorización ante la Dirección Forestal. MGAP. Al sur del frigorífico se puede realizar una poda en el Sector A, para limpiar y poder establecer el tipo de material geológico.
Sector B				7266			
Sector C				3752			
2 -Limpieza de residuos del canal	Sector A			Hay que retirar todos los residuos que depositados durante las crecientes, para lo cual se colocara el contenido en volquetas.			
	Sector B						
		Sector C					
		Localización	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Observación		
3- Extracción de materiales del lecho y márgenes	Sector A		9245	10900	Hay que solicitar permisos de extracción ante Hidrografía y ante DINAMA. Los materiales extraídos pueden ser utilizados por la intendencia o por privados.		
	Sector B		7266	540			
	Sector C		3752	5628			
4- Erradicación de basurales endémicos	Sector A		3750	Existe basurales endémicos que deben erradicarse y mantener controlado los focos.			
	Sector B		11000				
	Sector C		1850				

Resumen ejecutivo: mediano y largo plazo

		Descripción de actividades
A mediano plazo	1- Parque en la ribera del Río San José	Se propone el diseño de un parque costanero (monte ribereño + monte parque) con el objetivo de generar un área de recreación y que funcione de amortiguación al momento de las crecidas.
	2- Relocalización de población	
	3- Acciones en el terraplén de la vía férrea	Relocalizar a la población directamente afectada por las crecidas y retiro de los escombros en forma inmediata para evitar que lleguen al cauce.
		Hay que realizar un estudio específico para determinar el tamaño de las alcantarillas a abrir en el terraplén, para facilitar la evacuación del cauce en momentos de crecidas

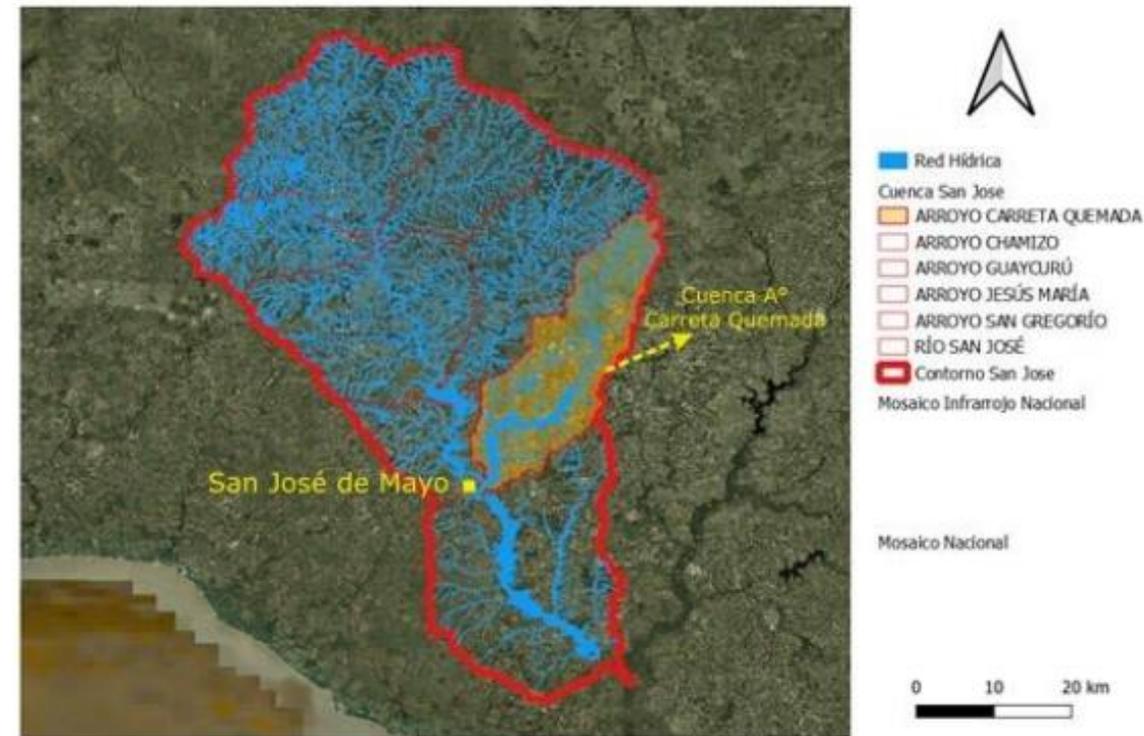
		Descripción de actividades
A largo plazo	1- Plan de preservación y recuperación de humedales	Mediante resolución municipal generar áreas de humedales con normativas de restricción de uso, facilitar programa de recuperación de humedales.
	2- Plan de conservación y restitución de bosques nativos	Mediante resolución municipal generar áreas de bosques nativos con normativas de restricción de uso, facilitar programa de recuperación de bosque nativo.
	3- Aplicación de la medida 8 para la Cuenca del Río Santa Lucía	Se propone iniciar la toma de medidas para la implementación de las áreas buffer a lo largo de los cursos fluviales, siguiendo el plan de acciones para la cuenca del Río Santa Lucía

3) “Caracterización biofísica de la subcuenca del arroyo Carreta Quemada- alternativas para la construcción de un canal”

Arroyo Carreta Quemada **concentra importantes volúmenes de agua en eventos de crecida**, recorre 60 km desde el Arroyo del Juncal hasta desembocar en el Río San José. **Afecta directamente la descarga fluvial a la ciudad de San José de Mayo.**

En el tramo inferior del Arroyo se localiza una planicie donde se ubican humedales, por donde hoy pasa el trazado del by pass entre Ruta 11 y Ruta 3.

Los **humedales** han sido **identificadas como áreas prioritarias para la conservación** en el pasado informe, dado que cumplen la función de retener y enlentecer el caudal del curso en episodios de crecidas (Fernández et al., 2020).



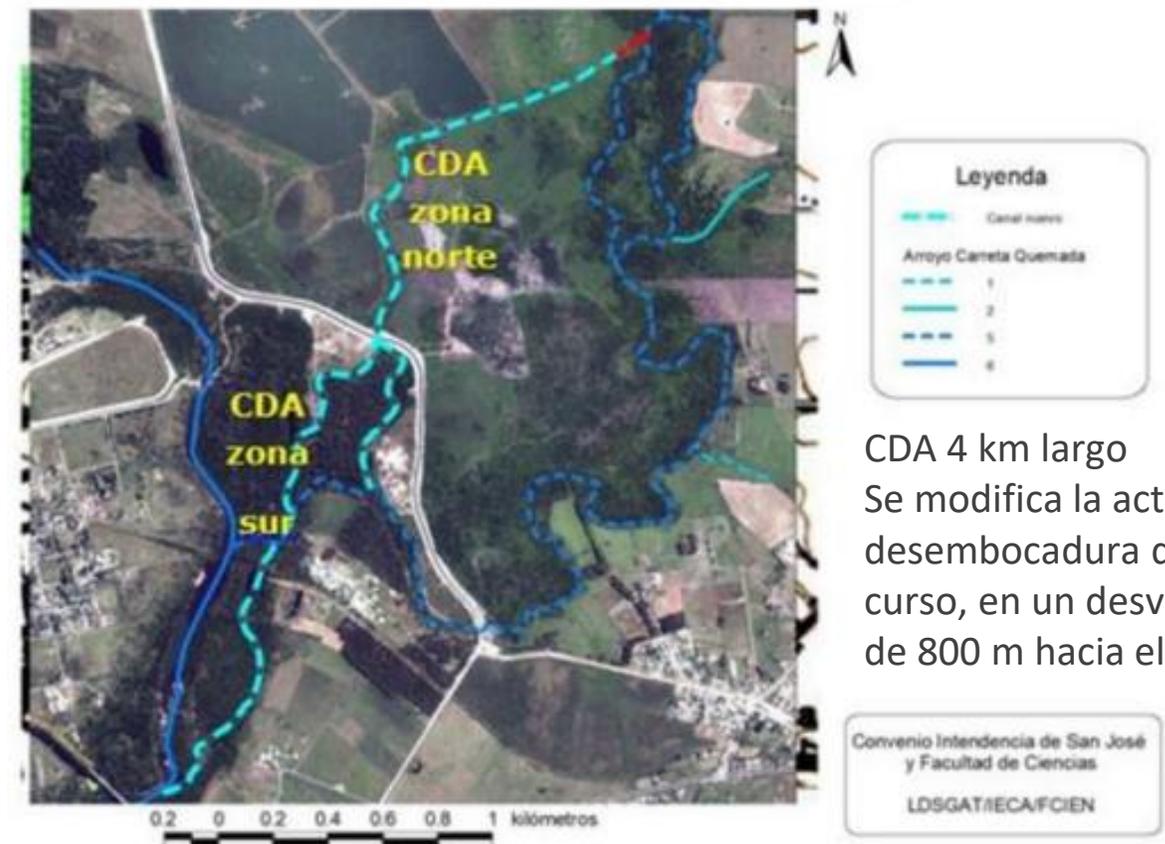
Propuesta de Canal de Desagüe Alternativo (CDA)

Con el **objetivo de mitigar el efecto de las crecidas del Arroyo Carreta Quemada**, se ha estudiado la posibilidad de abrir un CDA.

Esta propuesta pretende disminuir el volumen de agua que llega a la ciudad de San José de Mayo y reducir el número de eventos de desborde sobre el by pass de la Ruta 11 que impiden el tránsito vehicular.

- aprovechar canales fluviales preexistentes, (limpiar, profundizar) y abrir nuevos canales
- modificar y ampliar el tamaño de las alcantarillas ubicadas en el by pass de la Ruta 11.

Ubicación General de los Canales de Desagües Alternativos



Dos Sectores

Para desarrollar el Plan de obras, se establecen dos sectores a intervenir a ambos lados del by pass de la Ruta 11: **Zona Norte y Zona Sur.**

Zona Norte:

Planicie modificada con extensas plantaciones de maíz que han sustituido al humedal y hacia el oeste cañada con monte fluvial alterado asociado.

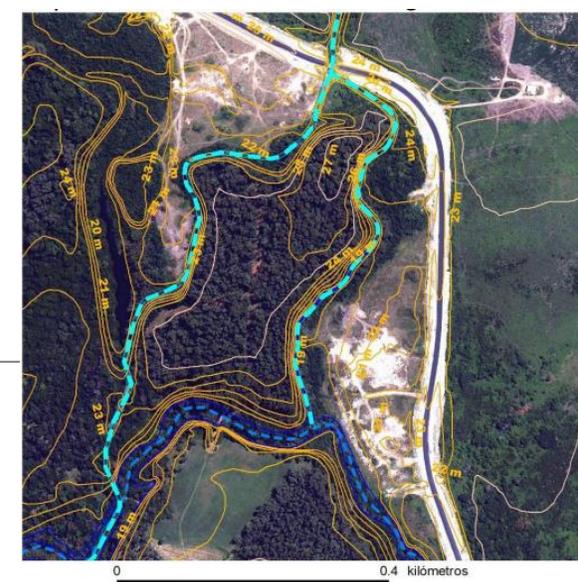


Dos Sectores

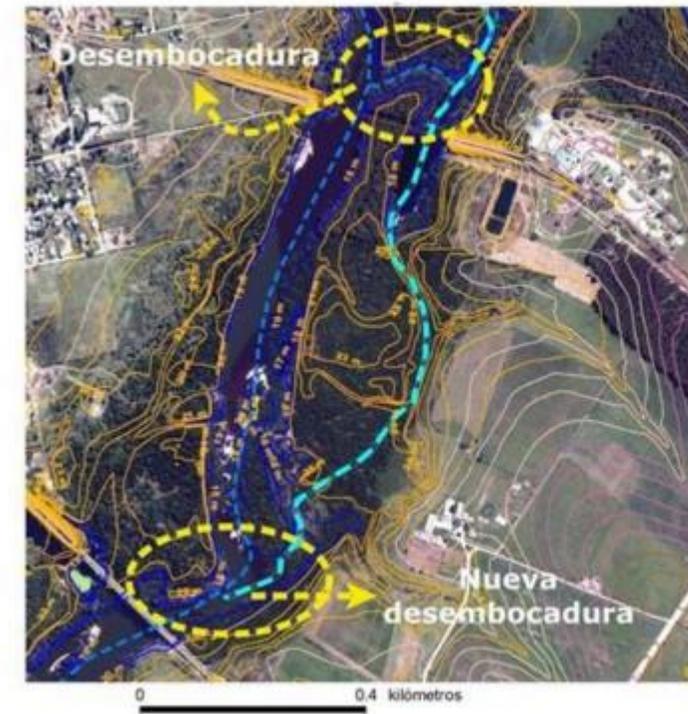
Zona Sur:

Planicie inundable de origen fluvial, desembocadura del Arroyo Carreta Quemada, y canales secundarios, que presentan aguas estancadas, con presencia densa de vegetación (Monte nativo y Monte de Eucaliptus).

Se propone aprovechar los canales de desborde o secundarios preexistentes ubicados al sur del by pass, abriendo dos CDA.



Detalle de lamodificación de la desembocadura del A° Carreta Quemada



Leyenda

- Canal nuevo

Convenio Intendencia de San José
y Facultad de Ciencias
LDGGAT/IECA/FCIEN



4) Informe: “Planificación de experiencia Piloto para la extracción de sedimentos en las márgenes de inundación del Río San José en la zona inmediata a la Capital del Departamento”

Experiencia Piloto: permite conocer las capacidades logísticas de acuerdo a la relación entre la superficie a trabajar y tiempo requerido.

Insumo fundamental para generar posteriormente una planificación espacio-temporal detallada de las obras a realizar en los tres sectores definidos previamente (A, B y C).

Las propuestas de planificación de la presente experiencia Piloto corresponden a las **medidas 1 y 2 de corto plazo a realizarse en el Sector A**



Sedimentos y vegetación

A lo largo del tramo a recuperar, se depositan en forma continua, cientos de metros cúbicos de **arenas (de grano medio a grueso) y cantos rodados de tamaños variables**; que se pueden utilizar por parte de la Intendencia, en forma directa o indirectamente a través de una concesión de explotación a terceros.

La vegetación presente es **mayormente arbustiva (de mediano y bajo porte) de especies exóticas**.



Ubicación propuesta

En base a los antecedentes recabados y al recorrido por la zona, se propone que la experiencia Piloto se lleve a cabo en un **albardón pequeño (0.66 ha) cercano a la capital departamental.**

Presenta la posibilidad de trabajar desde la orilla del Río (A), se ubica próximo a caminería interna, fundamental para el acceso y movilización de la maquinaria necesaria y materiales retirados, y se identifica una posible zona logística de acopio de dichos materiales (B).



0 0.5 1 km

Tareas propuestas

Se basan fundamentalmente en:

1- Corte y retiro total de vegetación y limpieza de residuos del canal

2- Extracción de materiales sedimentarios del lecho y márgenes, de diferentes granulometrías que van de arenas finas a cantos rodados, con un volumen aproximado de 10.000 m³



Acciones realizadas

1a medida: Con el batallón se realizó el corte y retiro de vegetación y limpieza de residuos del canal

A FUTURO:

2a medida: extracción de materiales sedimentarios del lecho y márgenes



Acciones realizadas



salida 23/11/22: se observan algunos brotes de vegetación



Propuestas: líneas de trabajo a futuro

- Zona a parqueizar con especies nativas y creación de una zona de recreación.
- Terraplén al margen oeste del zanjón Roberto Mariano
- Fortalecer vínculos con comunidades educativas y ONG



Propuesta de parque

Escribe una descripción para tu mapa.



Recuperación de área como espacio verde

- Relleno del área
- Escombrera de 2 m de altura.
- Favorecer el empaste y forestación en la escombrera
- Parque y forestación con especies nativas
- Área de deportes y recreación

Google Earth

Map © 2022 Google



¡Muchas gracias por su atención!



Intendencia
de San José



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

