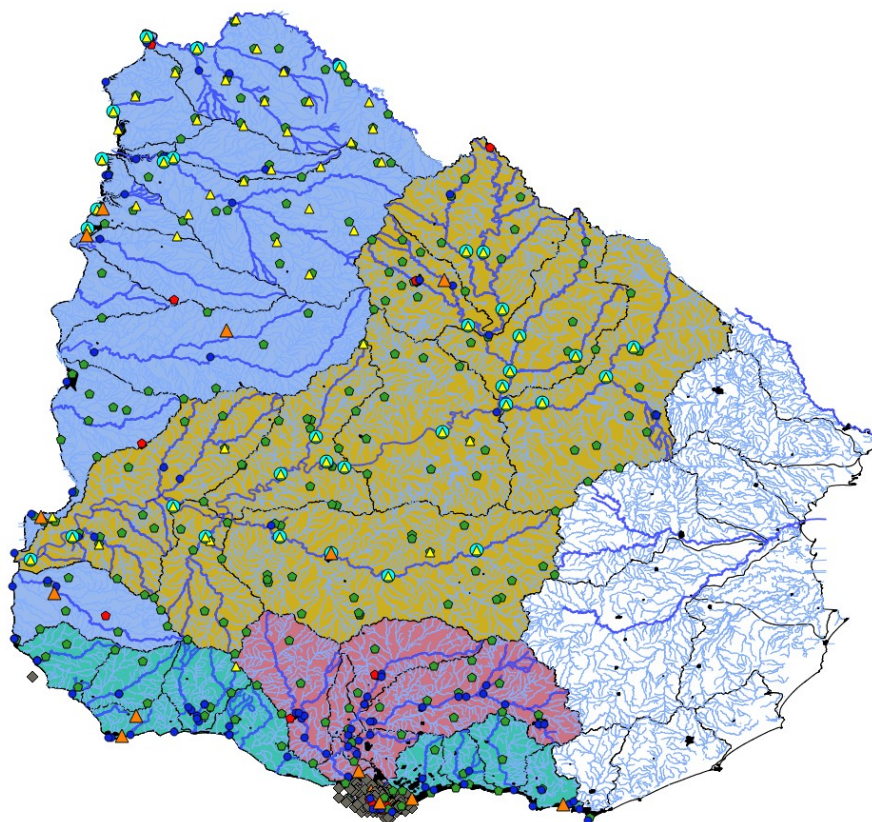


**COMITÉ INTERGUBERNAMENTAL COORDINADOR DE LOS PAÍSES
DE LA CUENCA DEL PLATA (CIC)**

**Programa Marco – Caracterización y diagnóstico de Red
hidrometeorológica y calidad de agua en la República Oriental del
Uruguay como parte de la Cuenca del Plata**



Informe Final

Ing. Alejandro Oleaga M.C.

Febrero de 2015

Índice general

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVO DEL TRABAJO.....	3
2.1. Objetivos específicos.....	4
3. ÁREA DE ESTUDIO.....	4
4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	5
4.1. Relevamiento de estaciones.....	5
4.1.1.Dirección Nacional de Agua (DINAGUA).....	6
4.1.2.Dirección Nacional de Medio ambiente (DINAMA).....	7
4.1.3.Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET).....	9
4.1.4.Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE).....	9
4.1.5.Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA).....	10
4.1.6.Comisión técnico Mixta – Salto Grande (CTM-SG).....	10
4.1.7.Obras Sanitarias del Estado (OSE).....	10
4.1.8.Administración Nacional de Puertos y Dirección Nacional de Prefectura.....	11
4.1.9.Comisiones administradoras del Río Uruguay (CARU) y del Río de la Plata (CARP).....	12
4.1.10.Intendencia Municipal de Montevideo (IMM).....	12
4.1.11.Unidad reguladora de servicios de energía y agua (URSEA).....	13
4.1.12.Minera Aratirí.....	13
4.1.13.Montes del Plata.....	14
4.1.14.UPM.....	14
4.2. Distribución de estaciones.....	14
4.2.1.Cuenca del Río Negro.....	14
4.2.2.Cuenca del Río Uruguay.....	18
4.2.3.Cuenca del Río Santa Lucía.....	21
4.2.4.Cuenca del Río de la Plata.....	24
4.2.5.Áreas y distribución de estaciones de monitoreo.....	27
4.3. Pronósticos y redes de alertas tempranas.....	28
4.3.1.Principales localidades en sitios de vulnerabilidad alta.....	28
Artigas.....	28
Durazno.....	28
Salto.....	29
Paysandú.....	29
Mercedes.....	29
Minas.....	29
Santa Lucía.....	30
Nuevo Berlín.....	30
San Javier.....	30
4.3.2.Monitoreo con radar.....	30
4.4. Gestión transfronteriza.....	30
5. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES.....	31

5.1. Redes.....	31
5.1.1.Diagnostico acerca del estado de las redes hidrometeorológicas.....	31
5.1.2.Mejoras.....	33
5.2. Diagnostico transfronterizo.....	34
6. ANEXO – MAPAS DE ÁREAS HIDROLÓGICAMENTE VULNERABLES.....	36

Índice de figuras

Figura 1: Área de estudio - cuencas involucradas.....	5
Figura 2: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río Negro.....	16
Figura 3: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río Negro	17
Figura 4: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río Uruguay.....	19
Figura 5: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río Uruguay.....	20
Figura 6: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río Santa Lucía.....	22
Figura 7: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río Santa Lucía.....	23
Figura 8: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río de la Plata.....	25
Figura 9: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río de la Plata.....	26
Figura 10: Definición del grado de vulnerabilidad (tomado de ANA, 2011).....	37
Figura 11: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Uruguay.....	38
Figura 12: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Negro.....	39
Figura 13: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Santa Lucía.....	40
Figura 14: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Negro.....	41

1. INTRODUCCIÓN

El Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, constituye una herramienta técnica de gestión que contempla una visión común de los cinco países que componen la cuenca del plata para incentivar el desarrollo sostenible¹.

El objetivo general del Programa Marco es fortalecer la cooperación transfronteriza entre los gobiernos para garantizar la gestión de los recursos hídricos compartidos de la cuenca de manera integrada y sostenible, en el contexto de la variabilidad y el cambio climático, capitalizando oportunidades para el desarrollo².

Durante la etapa de formulación del Programa Marco (2003-2005) se elaboró un análisis preliminar de los principales problemas ambientales que afectan a la Cuenca del Plata (Macro-ADT). El mismo fue desarrollado sobre la base de un proceso participativo orientado a la identificación, caracterización y jerarquización de los principales problemas fronterizos, a la identificación de sus principales causas, y recomendaciones preliminares de gestión.

Ese Macro ADT identificó, entre otras cosas, los vacíos de información y los estudios técnicos complementarios necesarios a ser llevados a cabo para la mejor caracterización de los Temas Críticos Transfronterizos (TCTs) y sus causas. Se definieron elementos de trabajo de la etapa actual del Proyecto, cuyos resultados ayudarán a obtener una caracterización precisa y detallada de los TCTs, en el marco de un análisis que brinde como resultado una visión integral del estudio del sistema hidrológico transfronterizo y facilite el desarrollo de estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos.

El presente documento, el cual se enmarca dentro de un Grupo de Consultorías que se desarrollaran bajo la coordinación del Consultor Especialista en Recursos Hídricos, constituye un segundo informe de avance en la caracterización y diagnóstico acerca de la red hidrometeorológica y de calidad de agua de la República Oriental del Uruguay, incluyéndose en esta etapa una mejora en la información de base recopilada así como su análisis y diagnóstico.

2. OBJETIVO DEL TRABAJO

Caracterización y diagnóstico acerca de la red básica y de alertas para mediciones hidrometeorológicas y de calidad de agua en la República Oriental de Uruguay como parte de la Cuenca del Plata.

¹ <http://proyectoscic.org>

² <http://proyectoscic.org>

2.1.Objetivos específicos

- Evaluación general de las redes de monitoreo en la República Oriental del Uruguay, en el marco de una visión general de la Cuenca del Plata.
- Identificar las limitaciones y/o dificultades que pudieran presentar las redes de mediciones hidrometeorológicas y de calidad de agua en el ámbito de las macrocuencas del Río de la Plata, en el territorio de la República Oriental del Uruguay.
- Disponer de un análisis específico de los tramos transfronterizos determinando si existen marcos de cooperación y colaboración entre Uruguay y los países fronterizos respecto a la operación de las estaciones y la difusión de sus datos.
- Contar con un diagnóstico acerca de la calidad de las redes para ser incorporado al ADT de la Cuenca del Plata.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca gran parte del territorio nacional, la cual se descompone en cuatro subcuencas, siendo estas la del Río Negro, Río Santa Lucía, Río Uruguay y Río de la Plata (figura 1).

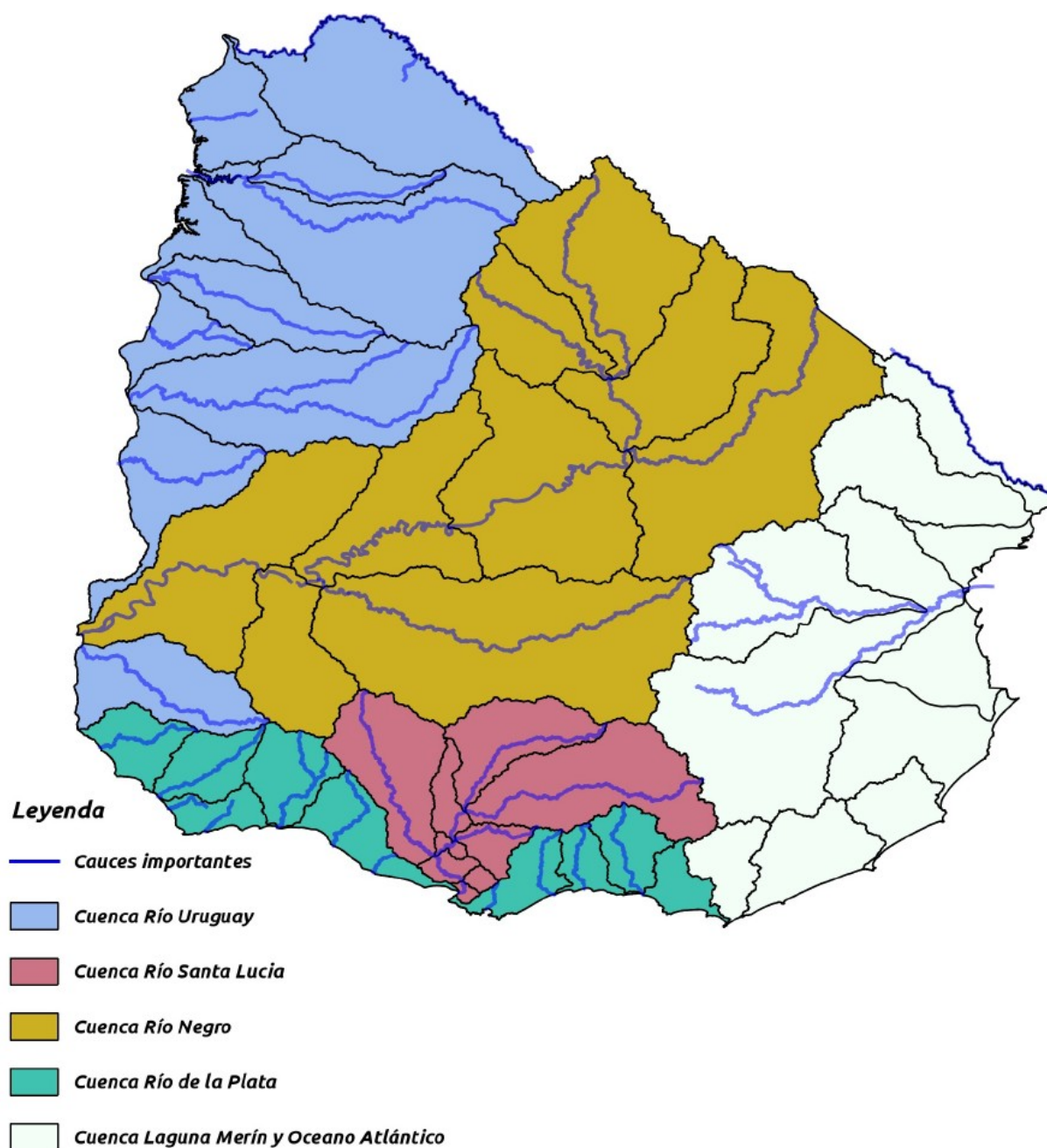


Figura 1: Área de estudio - cuencas involucradas

4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

4.1.Relevamiento de estaciones

Como primer etapa, se realiza un relevamiento en base a los antecedentes existentes en el país, acerca de las redes actuales y/o antiguas en las cuencas de aporte al Río de la Plata.

CIC - Programa Marco

Caracterización y diagnóstico de Red hidrometeorológica y calidad de agua en la República Oriental del Uruguay como parte de la Cuenca del Plata. Informe final

Al momento se identificaron propietarios de estaciones de medición o monitoreo de diferentes tipos, siendo:

- Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)
- Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, Ex Dirección Nacional de Meteorología)
- Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA)
- Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE)
- Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA)
- Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG)
- Obras Sanitarias del Estado (OSE)
- Administración Nacional de Puertos y Dirección Nacional de Prefectura
- Organismos o proyectos internacionales (Comisión Administradora del Río Uruguay -CARU-, Comisión Administradora del Río de la Plata -CARP-, Freplata)
- Intendencia Municipal de Montevideo (IMM)
- Unidad reguladora de servicios de energía y agua (URSEA)
- Empresas o emprendimientos privados (Minera Aratirí, Montes del Plata -MDP-, UPM)

A la fecha se cuenta con un inventario que contiene la mayor parte de las estaciones de monitoreo ubicadas en las cuencas de interés, incluyéndose la totalidad de aquellas consideradas de mayor relevancia. No obstante, en no todas se ha podido verificar su estado, funcionamiento e información disponible. Por ello, se encuentran diferentes situaciones:

- con toda la información necesaria, y esta ya verificada;
- con el total de información pero sin verificar;
- con falta información y verificada;
- con falta de información y sin verificar.

4.1.1.DIRECCIÓN NACIONAL DE AGUA (DINAGUA)

Esta dirección nacional es el principal generador de información hidrológica del Uruguay, contando con:

- 75 estaciones hidrométricas en funcionamiento de las cuales:
 - 32 estaciones tienen medición continua de nivel
 - 43 estaciones tienen medición discreta de nivel (manuales)
 - 49 estaciones del total cuentan con medición de caudal

- 96 estaciones hidrométricas no se encuentran en funcionamiento

Las estaciones de nivel discreto, donde el mismo es medido por un observador, se cargan manualmente y se envían a la central en Montevideo a mes vencido. Posteriormente son chequeados y posteriormente cargados a la base de datos.

Por otro lado, las estaciones que tienen medición continua de nivel (estaciones digitales), cuentan con una cuadrilla que cada tres meses realiza un recorrido por las diferentes estaciones con el fin de descargar los datos obtenidos, inspeccionar su estado y realizar reparaciones si fuera necesario. Los datos recopilados son llevados a la central en Montevideo desde donde se realiza el mismo chequeo de consistencia que los datos manuales para posteriormente migrar la información a la misma base de datos.

El tiempo desde la recepción de la información a su ingreso a la base de datos es variable, pudiendo tomar desde días a meses dependiendo de la disponibilidad de personal.

4.1.2. DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE (DINAMA)

La DINAMA es una unidad ejecutora del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Este es responsable de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los planes nacionales de protección del medio ambiente y de proponer e instrumentar la política nacional en la materia, compatibilizando dichas necesidades de protección del medio ambiente con un desarrollo sostenible³.

Como parte de los cometidos delegados se encuentra el formular, ejecutar, supervisar y evaluar planes para medir y evaluar el estado de la calidad de los recursos ambientales: recursos hídricos, aire y ecosistemas incluyendo áreas naturales protegidas y las zonas costeras⁴.

En cumplimiento a lo indicado se realizan una serie de monitoreos de agua superficial en diversos cursos ubicados dentro de la cuenca del Río de la Plata.

Los cursos (incluyendo afluentes de su cuenca) monitoreados y las estaciones con que cuentan son:

- | | |
|--------------------|--|
| • Río Santa Lucía | 27 estaciones. |
| • Río San Salvador | 7 estaciones |
| • Río Negro | 15 estaciones |
| • Río Cuareim | 6 estaciones |
| • Río Uruguay | 4 estaciones (Como parte del Proyecto CIC) |
| • Río de la Plata | 41 estaciones (solo correspondiente a calidad de agua en playas) |

³En base a las leyes 16.112 de 1990 y 17.283 de 2000

⁴En base a Decreto 255/97

Además de lo indicado, se deben incluir una serie de estaciones sobre el Río Uruguay que son realizadas en conjunto con la República Argentina en el marco del control de la planta de fabricación de pulpa de Celulosa UPM, las cuales cuentan con mediciones desde diciembre de 2007.

En el caso del **Río Santa Lucía**, el monitoreo se realiza desde Junio de 2005, siendo actualmente realizado de forma Bimestral.

Aunque no con la misma frecuencia y en todas las campañas, los parámetros medidos son: DQO, Coliformes fecales, Color, DBO5, Grasas, Cr VI, Amonio, Nitrogeno Total, Nitrato, Nitrito, Turbiedad, Fosforo Total, Clorofila, Feofitina, Compuestos Halogenados adsorbibles (AOX), Endosulfan alfa, Endosulfan beta, Endosulfan sulfato, Atrazina, Glifosato, AMPA.

En el **Río San Salvador**, el monitoreo se realiza desde Junio de 2014, siendo actualmente realizado de forma Bimestral.

Aunque no con la misma frecuencia y en todas las campañas, los parámetros medidos son: AOX, Clorofila "a" + Feofitina, Sólidos totales (T, F, V), Sólidos Suspendidos (T, F, V), Sólidos Disueltos (T, F, V), Sedimentos.

En el **Río Negro**, el monitoreo se realiza desde Mayo de 2009, siendo actualmente realizado de forma Trimestral. En este caso se muestrea agua y sedimentos.

Aunque no con la misma frecuencia y en todas las campañas, los parámetros medidos son: Coliformes Termotolerantes, Sólidos sedimentables, Alcalinidad, SSF, SST, SSV, Fósforo Total, Amonio, Nitritos, Nitratos, Nitrógeno total, Fe, Cr, Mg, Zn, Pb, Na, K, Hg, Ca, Cianuro, Clorofila, Feofitina, AOX, Glifosato, Endosulfan alfa, Endosulfan beta, Endosulfan sulfato, Atracina, DBO5, PO4, AMPA. En sedimentos las determinaciones son: EOX, TX, Fenoles, Cr, Zn, Cd, Ni, Pb, Fe, As, CN, Hg.

En el **Río Cuareim**, el monitoreo se realiza desde Noviembre de 2006, siendo actualmente realizado de forma Bimestral.

Aunque no con la misma frecuencia y en todas las campañas, los parámetros medidos son: Coliformes Termotolerantes, Alcalinidad, SSF, SST, SSV, Silicatos, Turbidez, Sulfuro, Fósforo Total, Fosfato, Amonio, Nitritos, Nitratos, Nitrógeno total, Cr, Zn, Pb, Mg, Al, Na, K, Hg, Ca, AOX, Clorofila, Feofitina, Glifosato, Endosulfan alfa, Endosulfan beta, Endosulfan sulfato, Aldrin, Dieldrin, Lindano, Heptacloro, Metoxiclor, p,p DDD, p,p DDT, p,p DDE, AMPA.

En el **Río Uruguay**, el monitoreo se realiza desde Junio de 2013, siendo actualmente realizado de forma semestral.

Aunque no con la misma frecuencia y en todas las campañas, los parámetros medidos son: Turbidez, Alcalinidad, Aldrin, Amonio, Arsénico, Arsénico Soluble, Boro, Cadmio, Cadmio soluble, Calcio, Carbono Orgánico Total (TOC), Cinc, Cinc soluble, Clorofila, Cloruro, Cobre, Cobre soluble, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Color, AOX, Cromo, Total, Cromo Total soluble, Dieldrin,

Dureza Total, Endosulfan alfa, Endosulfan, beta, Endosulfan sulfato, Escherichia Coli, Fósforo Reactivo, Fósforo Total, Heptacloro, Heptacloro epoxido, Hierro, Hierro soluble, Lindano, Magnesio, Manganeseo, Manganeseo soluble, Mercurio, Mercurio soluble, Mirex, Niquel, Niquel, soluble, Nitrato, Nitrito, Nitrógeno Total Kjeldhal, p,p' DDD, p,p' DDE, p,p', DDT, Plomo, Plomo soluble, Potasio, Silicatos, Sodio, Sulfato, Sustancias fenolicas, Sólidos Disueltos, Sólidos suspendidos totales, Sólidos Totales.

Como se indico, el programa de **monitoreo de playas** incluye muchas estaciones distribuidas a lo largo de la costa **del Río de la Plata**, pero es de tipo estacional y restringido a aspectos físico-químicos y microbiológicos, siendo: Temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, coliformes termotolerantes y cianobacterias.

4.1.3. INSTITUTO URUGUAYO DE METEOROLOGÍA (INUMET)

El INUMET quien toma las responsabilidades de la ex Dirección Nacional de Meteorología tiene como misión "suministrar el servicio meteorológico público nacional, satisfaciendo así las necesidades de información meteorológica oficial del tiempo y el clima y promover el desarrollo de la ciencia y la técnica meteorológica a nivel nacional". Tiene como cometido el .."b) Establecer, desarrollar, gestionar y mantener las diferentes redes y sistemas de observación meteorológica,"

Para ello cuenta con 237 estaciones en funcionamiento dentro de las cuencas de interés, 20 de ellas son estaciones meteorológicas mientras que las restantes son pluviométricas⁵.

Algunas de las estaciones meteorológicas (al menos siete en el área de estudio) son telemétricas. Estas forman parte de la red de la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.) y se encuentran disponibles a tiempo real.

En cuanto al acceso a la información, dentro de la página www.meteorologia.gub.uy se puede acceder a información estadística climatológica y precipitaciones ocurridas en las últimas 24 horas. Por otro lado, si es necesario acceder a información histórica, la misma tiene un costo y se debe solicitar al INUMET.

4.1.4. ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE USINAS Y TRASMISIONES ELÉCTRICAS (UTE)

UTE como parte de su manejo de embalses para generación de energía eléctrica cuenta con una serie de estaciones hidrométricas y pluviométricas ubicadas en la cuenca del Río Negro, la cual es parte de la cuenca del Río Uruguay. Dentro de ellas cuenta con estaciones automáticas con monitoreo remoto y manuales.

La información es enviada a la base de datos todos los días de año, cada una o tres horas (depende de la estación). La información mas reciente se encuentra

⁵[Www.meteorologia.gub.uy](http://www.meteorologia.gub.uy)

disponible dentro de la página web de UTE y, según manifiesta personal de la empresa, próximamente se irá adicionando más información a la misma.

4.1.5. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (INIA)

La misión del presente Instituto es generar y adaptar conocimientos y tecnologías para contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario y del país, teniendo en cuenta las políticas de Estado, la inclusión social y las demandas de los mercados y de los consumidores.

Para ello, y relacionado al tema de estudio, el INIA cuenta con cinco estaciones meteorológicas con monitoreo remoto dentro de las cuencas de interés cuyos datos se actualizan diariamente.

Además, dicho Instituto cuenta con un banco de datos e información a tiempo real dentro de su página web, que permite acceder a la información de cada estación de manera libre y gratuita.

4.1.6. COMISIÓN TÉCNICO MIXTA – SALTO GRANDE (CTM-SG)

La Comisión Técnica Mixta de Salto Grande es un Organismo Binacional creado por la República Argentina y la República Oriental del Uruguay con el fin de realizar lo necesario para el aprovechamiento de los rápidos del río Uruguay en la zona de Salto Grande.

Desde su creación, tuvo a su cargo los estudios y proyectos y más adelante la construcción y puesta en servicio del Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande, que fue el primer aprovechamiento hidráulico de uso múltiple en América Latina.

Dicho Complejo, además de producir energía eléctrica cumple un rol importante para la región en lo que respecta a las crecidas (mitigando efectos negativos de las mismas). Por otro lado, es necesario tener un conocimiento de los caudales de manera de lograr optimizar el recurso.

Para ello CTM-SG cuenta con una serie de estaciones hidrométricas y pluviométricas ubicadas en la cuenca del Río Uruguay. Algunas de ellas se encuentran en la frontera o territorio Argentino y Brasileño, las que no se tendrán en cuenta en el presente informe.

Dichas estaciones son telemétricas y transmiten la información cada 15 minutos (de forma redundante, contando con dos sistemas independientes gprs y GOES).

Información del último año de registros es de acceso libre y gratuito y se encuentra disponible en la página web de CTM (www.saltogrande.com.uy). Si es necesario información de períodos anteriores se debe solicitar al Servicio.

4.1.7. OBRAS SANITARIAS DEL ESTADO (OSE)

Dicho organismo es el responsable del abastecimiento de agua potable en todo el territorio uruguayo, por ello, desarrolla monitoreo de calidad de agua (tanto superficial como subterránea).

OSE cuenta con 71 servicios de agua superficial⁶ (en todas las capitales departamentales y principales ciudades) y 32 mixtos superficial-subterráneo⁷. Cada servicio cuenta con laboratorio de control en el cual se hace una valoración de agua bruta (pH, alcalinidad, turbiedad).

Además cuenta con laboratorios regionales y el laboratorio Central donde se realizan la mayor parte de las determinaciones.

En todas las plantas se realiza el monitoreo completo establecido por la norma de calidad de agua potable del propio organismo. Aunque esta se corresponde a agua potable, o sea tras el tratamiento, periódicamente se realizan muestreos del agua bruta.

El principal foco de monitoreo corresponde a la cuenca del Río Santa Lucía, debido a que de ella se extrae el agua para abastecer la ciudad de Montevideo y múltiples localidades cercanas, dependiendo por tanto de dicha cuenca mas de la mitad de la población nacional.

En particular, para la toma de Aguas Corrientes se realiza un monitoreo en varios puntos de la cuenca. Esta, de tipo semanal e incluye mínimamente: Color, turbiedad, pH, temperatura, alcalinidad, conductividad, sólidos disueltos totales, nitritos, amoníaco, cloruros, oxígeno disuelto, clorofila, fitoplancton, zooplancton. Asimismo, con menor frecuencia se realizan muestreos mas completos (Ej. metales).

Además de lo indicado, el organismo cuenta con unas 60 estaciones de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional, la mayor parte de las cuales se ubican dentro de la cuenca del Plata⁸ y Cuentan con monitoreo de calidad de agua del curso aguas arriba y aguas abajo de la descarga. En todos los casos los parámetros determinados se corresponden con los requerimientos del decreto 253/79.

4.1.8. ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE PUERTOS Y DIRECCIÓN NACIONAL DE PREFECTURA

Ambos organismos públicos cuentan con reglas de medición de nivel en mas de 15 puntos de la cuenca del Plata, desde Bella Unión hasta Punta del Este. En ambos casos la información es recabada, publicada y/o almacenada por UTE y/o DINAGUA, por tanto las estaciones correspondientes se incluyen en estos últimos organismos.

⁶Laboratorio central de OSE. Comunicación telefónica

⁷Jimena Alonso. *Consultoría de apoyo al Grupo Temático "Modelos Hidroclimáticos y escenarios para la adaptación en la Cuenca del Plata". Informe Final.* Junio 2013

⁸Laboratorio central de OSE. Comunicación telefónica

4.1.9.COMISIONES ADMINISTRADORAS DEL RÍO URUGUAY (CARU) Y DEL RÍO DE LA PLATA (CARP)

Ambos organismos son de carácter binacional Argentino-Urugayo. Cuentan con programas de monitoreo activos, tanto de nivel como de calidad de agua.

CARU informa periódicamente (aunque no a tiempo real y en ocasiones desactualizada) datos de nivel diario en 16 localidades o puertos del Río Uruguay. Estos son parte de mediciones también registradas y/o informadas por otros organismos.

En coordinación con CTM-SG, la CARU informa pronósticos de caudales y evolución de niveles del Río.

La CARP cuenta con tres mareógrafos cuya información esta disponible a tiempo real en internet. Es parte del proyecto Freplata, (el cual realiza monitoreo de calidad de agua) el cual tiene como objetivos fortalecer capacidades ambientales de los organismos involucrados, fortalecer programas de monitoreo binacional y el sistema de información integrado. Asimismo, cuenta con tres estaciones fijas donde se determinan variables hidrometeorológicas (viento, temperatura, presión, humedad, precipitación, olas y corrientes) así como calidad de agua (temperatura, OD, turbiedad y clorofila). Asimismo, se realiza monitoreo estacional.

4.1.10.INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO (IMM)

La IMM cuenta estaciones meteorológicas y de calidad de agua dentro del departamento de Montevideo.

Dentro de las meteorológicas cuenta con pluviómetros, anemómetros y estaciones meteorológicas las cuales fueron instaladas en 2013 dentro del la *Etapa 2 del Plan de Saneamiento Urbano de Montevideo, PSU IV*. En total son 15 estaciones y su medición se realiza de forma manual.

Por otro lado, cuenta con 118 estaciones de calidad de agua en las inmediaciones de la ciudad de Montevideo, las cuales se encuentran distribuidas en arroyos, playas, bahías, emisarios y dentro del Río de la Plata (a cierta distancia de la costa).

En base a ello, la IMM realiza dos programas⁹:

1. Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del Departamento de Montevideo, iniciado en el año 1999.

Se realizan cuatro muestreos anuales midiendo los siguientes parámetros:

- Parámetros fisicoquímicos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales y sulfuros.
- Parámetros microbiológicos: coliformes fecales.

⁹Los informes realizados se encuentran disponibles en la página web de la IMM (www.montevideo.gub.uy).

- Parámetros orgánicos: DBO y DQO.
- Nutrientes: amonio, fósforo total y nitrógeno total.
- Metales: cromo total y plomo total.
- Parámetros ecotoxicológicos: test de toxicidad estático aguda con *Daphnia magna* y *Hydra attenuata*

2. Estudio de la calidad de agua, sedimento y biota del Río de la Plata.

En julio de 2007 el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental de la IMM inició un estudio de línea de base. La zona de estudio comprende desde la desembocadura del Río Santa Lucía frente al balneario Playa Pascual en el Departamento de San José hasta el Arroyo Carrasco.

Se realizan dentro de el presente estudio muestreos en agua superficial y en sedimentos. Los parámetros determinados en agua son los siguientes:

Fisicoquímicos: pH, oxígeno disuelto, salinidad, conductividad, turbiedad, prof. disco Secchi, SST, SSV y sulfuros.

Microbiológicos: coliformes fecales y enterococos.

Nutrientes: amonio, fósforo total y nitrógeno total.

Metales: cromo total y plomo total.

Otros: DBO5 y grasas y aceites, Clorofila a, feofitina, microcistina.

4.1.11. UNIDAD REGULADORA DE SERVICIOS DE ENERGÍA Y AGUA (URSEA)

La URSEA tiene como objetivo evaluar los servicios de agua potable. Por ello, se realizan unos 500-600 muestreos de agua que corresponden en su mayoría a agua en la red de distribución. No obstante, en determinadas estaciones se realizan muestreos de agua bruta.

El monitoreo abarca todos los sistemas de distribución de agua del país, pero con frecuencias disímiles, donde en algunos casos el monitoreo es anual.

Los parámetros determinados incluyen aspectos microbiológicos (Ej. coliformes, microcistina) así como metales y plaguicidas. Es de destacar que en caso de algunos parámetros determinados (Ej. plaguicidas o como algunos metales) no son afectados por el proceso de potabilización por lo cual los resultados pueden resultar de relevancia para el proyecto CIC¹⁰.

4.1.12. MINERA ARATIRÍ

Durante los estudios previos y el de impacto ambiental esta minera realizó campañas de monitoreo de calidad de agua y medición de niveles y caudales.

¹⁰Comunicación telefónica Ing. Capandeguy

En base a ello se fijaron siete estaciones de medición de nivel y caudal, así como 25 de calidad de agua en cursos menores dentro de la cuenca del Río Negro. Actualmente todas ellas se encuentran fuera de servicio.

4.1.13.MONTES DEL PLATA

Montes del Plata es una empresa forestal fundada en Uruguay en el año 2009, que tiene como objetivo producir y exportar pulpa de celulosa de *Eucalyptus* a los principales mercados del mundo, operando en forma eficiente y sustentable desde el punto de vista ambiental, económico y social.

Actualmente cuenta con seis estaciones pluviométricas telemétricas. La información recopilada en ellas no es de acceso libre.

4.1.14.UPM

UPM es una planta de celulosa ubicada dentro del departamento de Río Negro, a orillas del Río Uruguay. Dicha planta cuenta con una estación meteorológica en sus cercanías cuya información es compartida en tiempo real a través de internet.

4.2.Distribución de estaciones

El análisis se ha realizado descomponiendo la cuenca del Río de la Plata, en sus cuatro cuencas principales, lo cual se aprecia en la figura 1, siendo:

- Cuenca del Río Negro;
- Cuenca del Río Uruguay (sin contar la antes mencionada);
- Cuenca del Río Santa Lucía;
- Cuenca del Río de la Plata (excluyendo las anteriores);

4.2.1.CUENCA DEL RÍO NEGRO

La presente cuenca se ubica al centro de Uruguay, recorriendo el país de Este a Oeste, donde desemboca en el Río Uruguay. Aunque la naciente del Río se encuentra en Brasil, el sector de la cuenca en Brasil representa un porcentaje muy pequeño (casi 4%).

De las cuatro subcuencas, es la que involucra mayor área, 68140 Km², un 49% del total de la cuenca del Plata en Uruguay.

En esta se encuentran tres represas de generación de energía eléctrica, operadas por UTE. Ello es la principal razón por la cual cuenta con una importante red de estaciones telemétricas en operación.

En la figura 2 se aprecian las diferentes estaciones que se encuentran en funcionamiento dentro de la cuenca. Estas se clasifican de la siguiente manera:

- 2 estaciones meteorológicas telemétricas (INIA y INUMET);

CIC - Programa Marco**Caracterización y diagnóstico de Red hidrometeorológica y calidad de agua en la República Oriental del Uruguay como parte de la Cuenca del Plata.
Informe final**

- 4 estaciones meteorológicas manuales (INUMET);
- 31 estaciones pluviométricas telemétricas (UTE y MDP);
- 117 estaciones pluviométricas manuales (UTE y INUMET);
- 25 estaciones hidrométricas telemétricas (UTE);
- 29 estaciones hidrométricas manuales (DINAGUA)
- 15 estaciones de calidad de agua (DINAMA)
- unas 20 estaciones de calidad de agua (OSE)¹¹

Cabe aclarar que algunas de las estaciones pluviométricas utilizadas por UTE forman parte de la red de la INUMET, siendo UTE quien mayormente opera y mantiene las mismas.

La casi totalidad de la información generada por las estaciones es de acceso libre y gratuita; si bien no todas son manejadas por la misma entidad, es posible acceder a dicha información con cierta facilidad. La información histórica provista por el INUMET presenta costo. De todas maneras, la mayor casi totalidad de las estaciones telemétricas son manejadas por UTE, debido a que se encarga de la operación del Sistema Hidroeléctrico del Río Negro.

¹¹www.ose.com.uy muestrea 10 plantas de tratamiento en la cuenca, a las cuales, de acuerdo al laboratorio, les correspondería una muestreo aguas abajo y aguas arriba

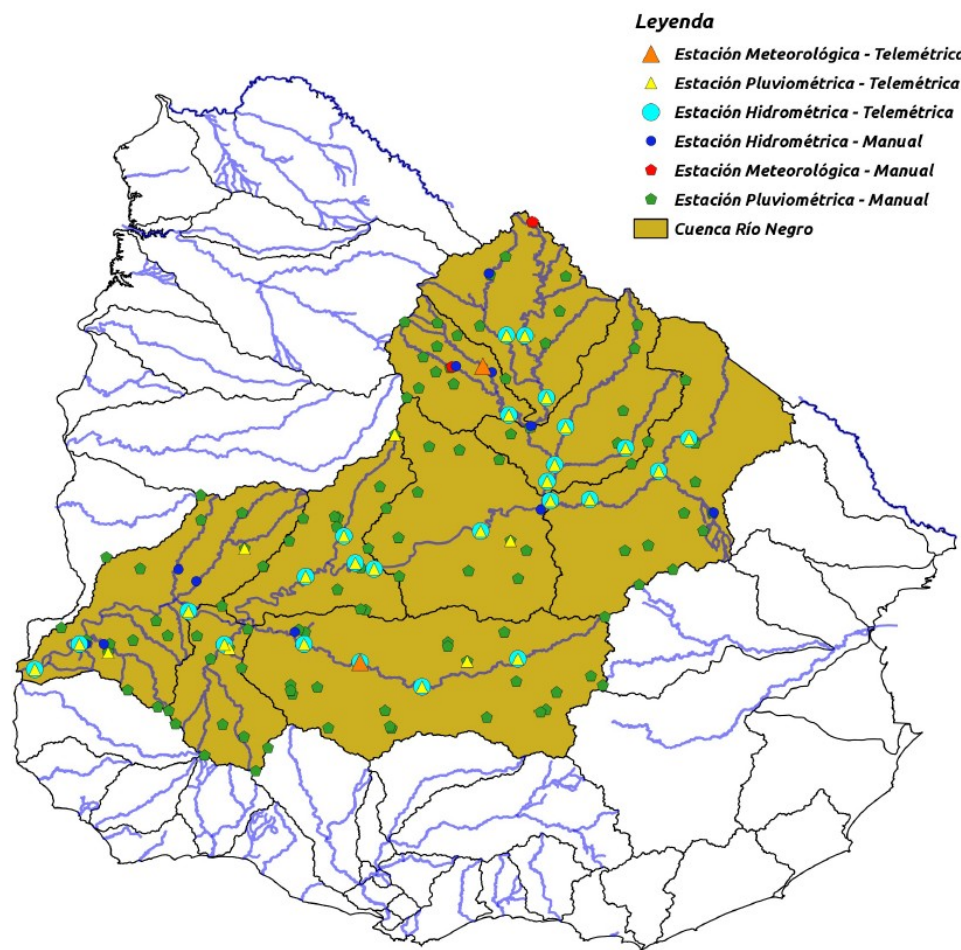


Figura 2: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río Negro

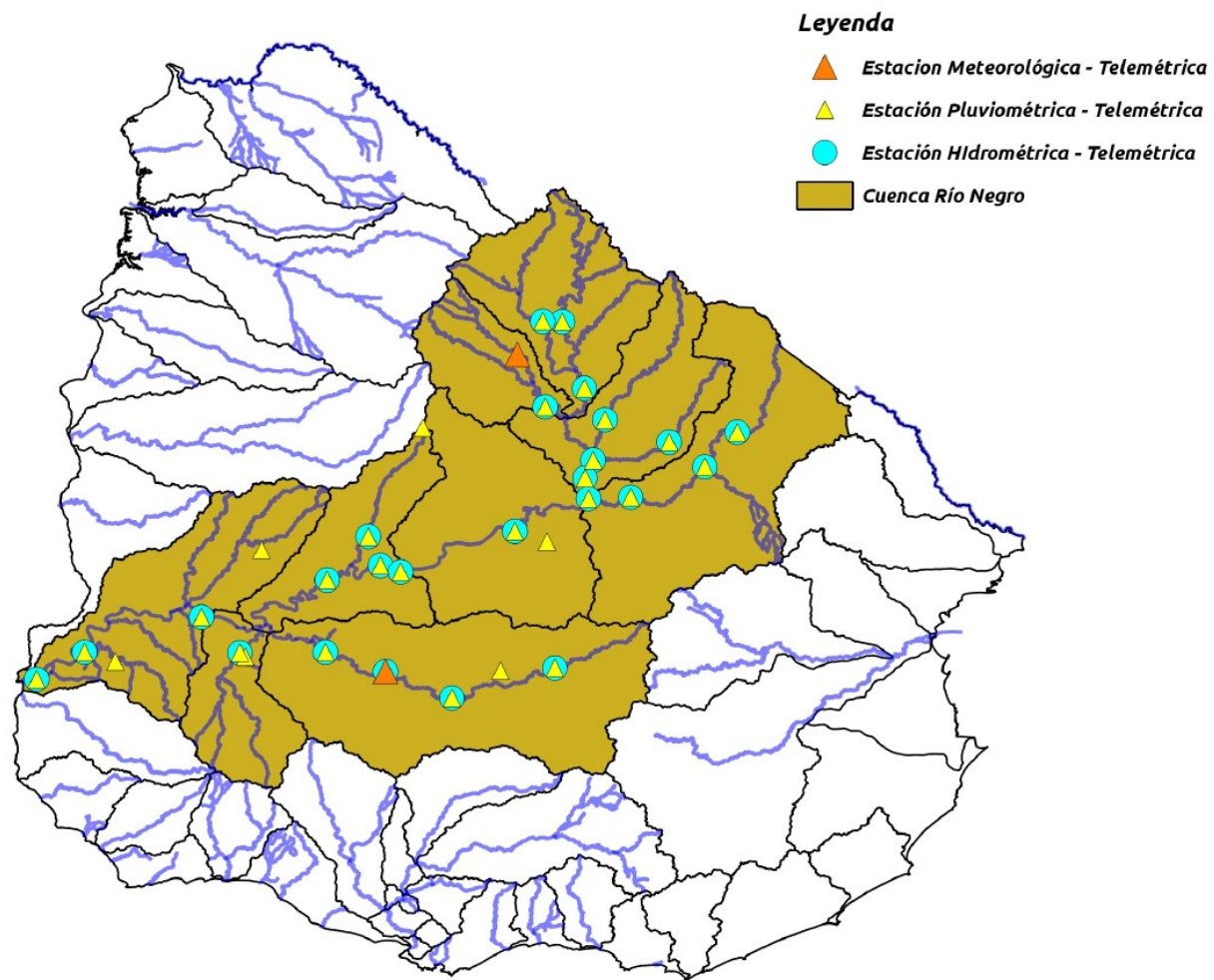


Figura 3: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río Negro

4.2.2. CUENCA DEL RÍO URUGUAY

La presente cuenca recorre el país de Norte a Sur, siendo el Río Uruguay el límite oeste, límite con Argentina, mientras que al norte lo es el Río Cuareim con Brasil. Si bien el Río Negro es parte de dicha cuenca para el presente informe se consideró por separado debido a que la cuenca del Río Negro. De las cuatro subcuencas, es la segunda en tamaño, con un área, 45500 Km², representando un 33% del total de la cuenca del Plata en Uruguay.

En la presente cuenca se presenta la represa de Salto Grande, compartida entre Uruguay y Argentina.

En la figura 4 se muestran las diferentes estaciones en funcionamiento dentro en la cuenca. Estas se clasifican de la siguiente manera:

- 5 estaciones meteorológicas telemétricas (INIA, INUMET, UPM y ADP¹²);
- 6 estaciones meteorológicas manuales (INUMET);
- 37 estaciones pluviométricas telemétricas (CTM y MDP);
- 65 estaciones pluviométricas manuales (INUMET);
- 9 estaciones hidrométricas telemétricas (CTM);
- 34 estaciones hidrométricas manuales (DINAGUA).
- 17 estaciones de calidad de agua (4 en conjunto con el proyecto CIC), (DINAMA)
- unas 24 estaciones de calidad de agua (OSE)¹³

Al igual que la cuenca antecedente, casi la totalidad de la información generada por las estaciones es de acceso libre y gratuita (excepto las estaciones meteorológicas de UPM y MDP, así como la información histórica provista por el INUMET presenta costo).

¹²ADP – Agronegocios del Plata, que cuenta con una estación telemétrica que se publica continuamente en internet. www.wunderground.com

¹³www.ose.com.uy muestrea 12 plantas de tratamiento en la cuenca, a las cuales, de acuerdo a lo informado por el laboratorio de OSE, les correspondería una muestreo aguas abajo y aguas arriba

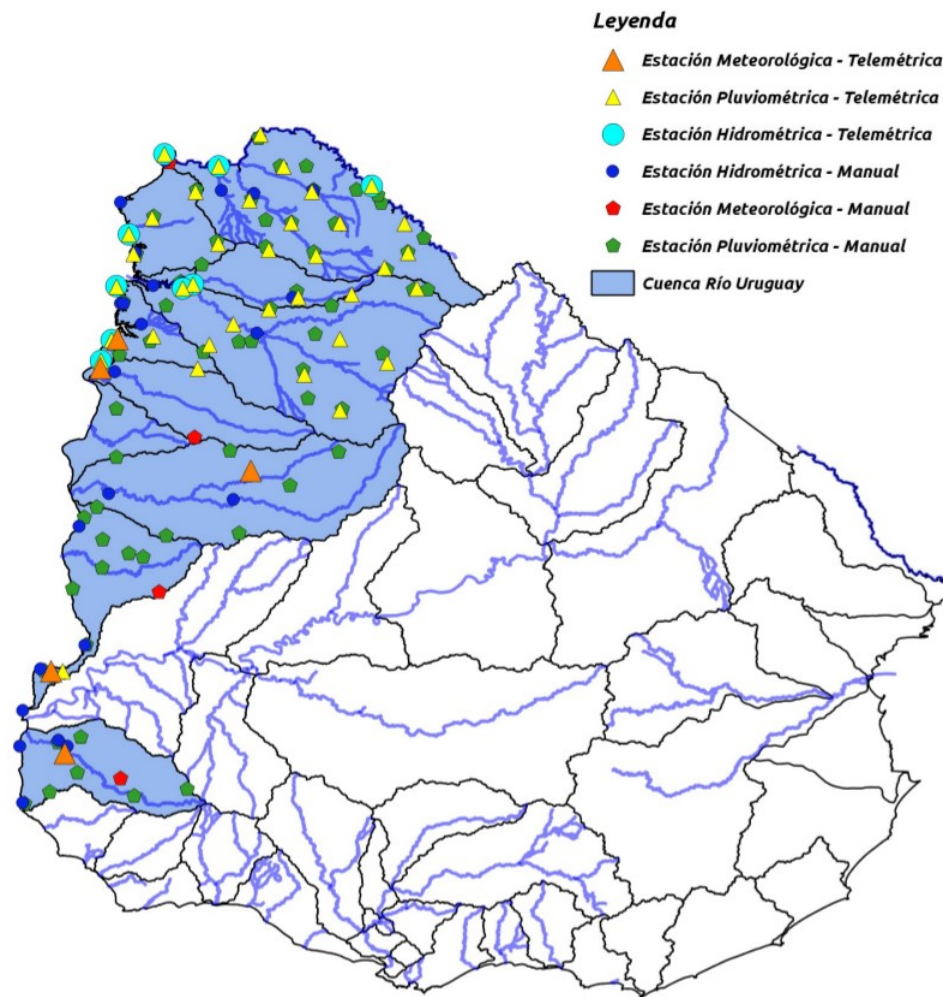


Figura 4: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río Uruguay

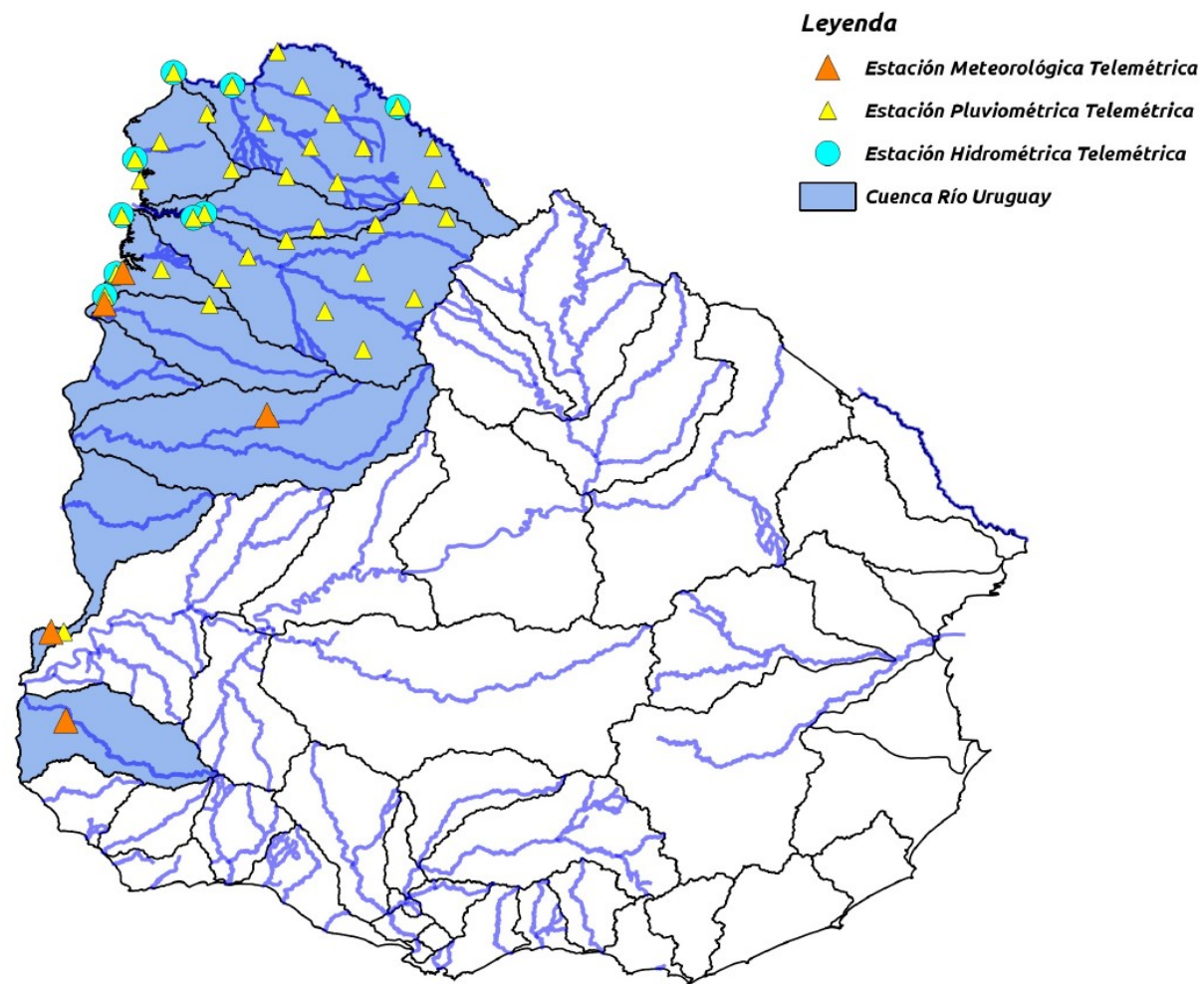


Figura 5: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río Uruguay

4.2.3. CUENCA DEL RÍO SANTA LUCÍA

Se encuentra al sur del país y es relativamente pequeña en función del total del área de estudio, alcanzando 13500 Km², un 10% del total

Es de enorme relevancia para el país en vista de que es fuente de agua potable para la zona metropolitana de Montevideo y localidades cercanas, lo cual redundaría en que más de la mitad de la población del país tiene como fuente de agua a la presente cuenca.

En la figura 6 se aprecian las diferentes estaciones que se encuentran en funcionamiento dentro en la cuenca. Estas se clasifican de la siguiente manera:

- 2 estaciones meteorológicas telemétricas (INIA e INUMET);
- 2 estaciones meteorológicas manuales (INUMET);
- 26 estaciones pluviométricas manuales (INUMET);
- 28 estaciones hidrométricas manuales (DINAGUA);
- 10 estaciones de calidad de agua (IMM)
- 27 estaciones de calidad de agua (DINAMA)
- unas 22 estaciones de calidad de agua (OSE)¹⁴

Cabe aclarar que existe dentro de la cuenca un gran número de estaciones de calidad de agua que son manejadas por OSE pero no se tiene información sobre la localización de ellas.

¹⁴www.ose.com.uy muestrea 11 plantas de tratamiento en la cuenca, a las cuales, de acuerdo a lo informado por el laboratorio de OSE, les correspondería una muestreo aguas abajo y aguas arriba

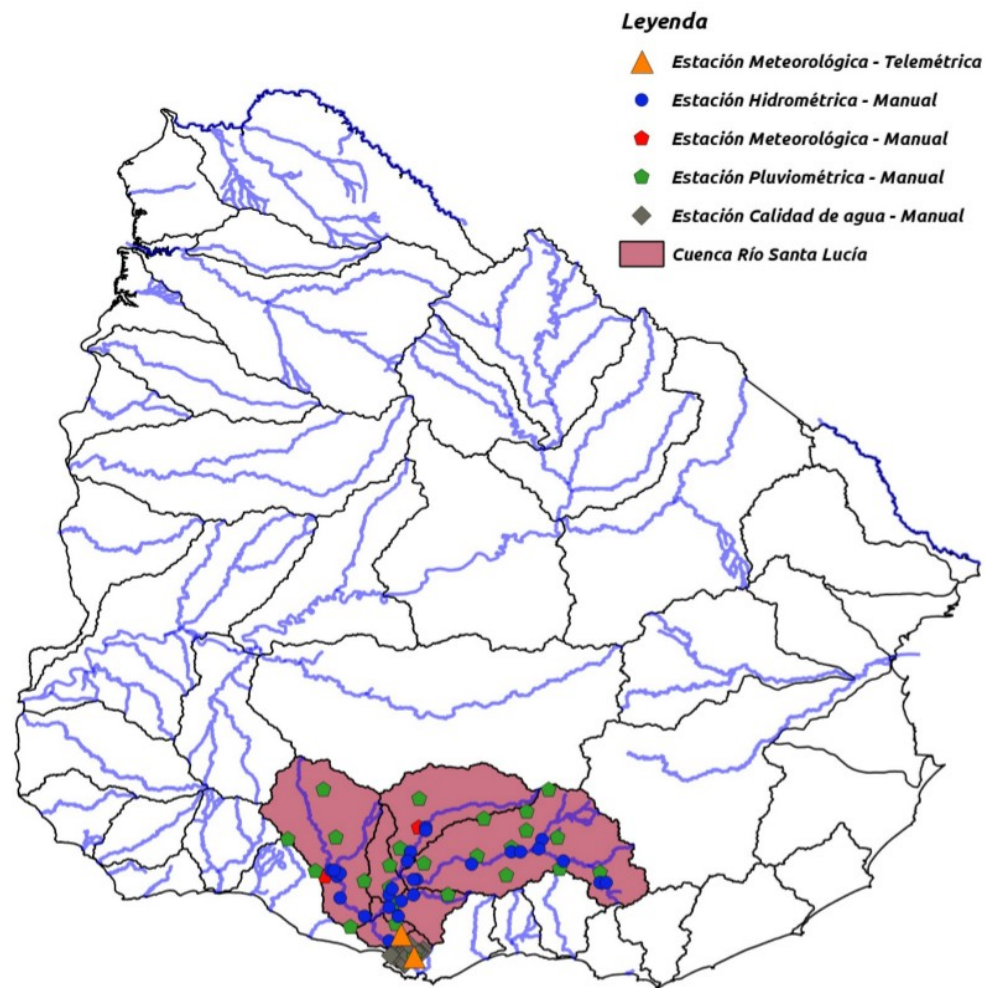


Figura 6: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río Santa Lucía

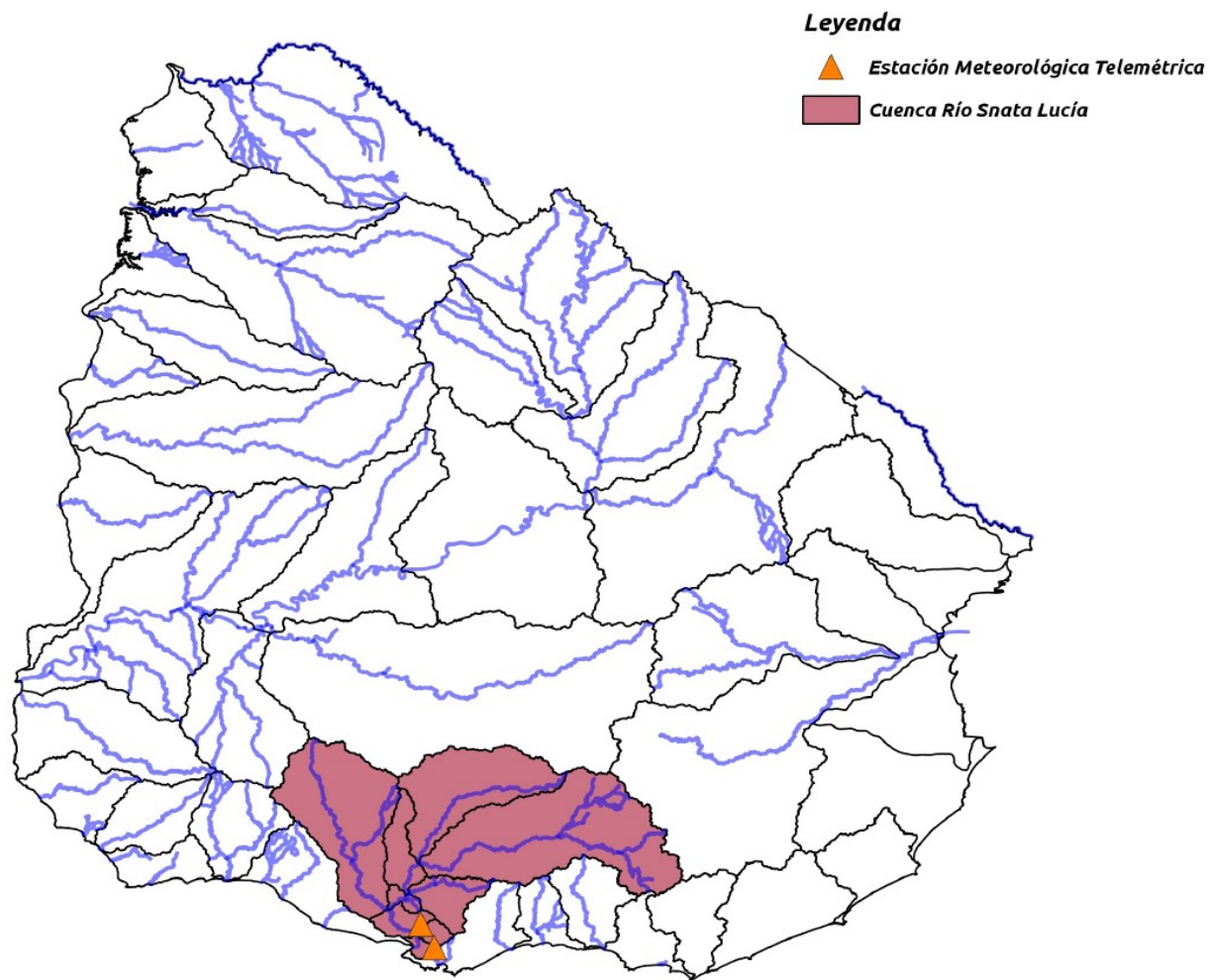


Figura 7: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río Santa Lucía

4.2.4. CUENCA DEL RÍO DE LA PLATA

Si bien todas las anteriores cuencas analizadas son parte de la cuenca del Río de la Plata, en este caso se incluye únicamente aquellas áreas cuya escorrentía descarga al Río de la Plata excluyendo los aportes de los ríos Uruguay y Santa Lucía. Esta es la más pequeña de las involucradas, alcanzando 12200 Km², un 9% del total.

En la figura 8 se aprecian las diferentes estaciones que se encuentran en funcionamiento dentro en la cuenca. Estas se clasifican de la siguiente manera:

- 5 estaciones meteorológicas telemétricas (INIA y INUMET);
- 5 estaciones meteorológicas manuales (IMM e INUMET)
- 5 estaciones anemométricas manuales (IMM);
- 1 estaciones pluviométricas telemétricas (MDP);
- 28 estaciones pluviométricas manuales (INUMET e IMM);
- 41 estaciones hidrométricas manuales (DINAGUA);
- 108 estaciones de calidad de agua (IMM).
- 41 estaciones de calidad de agua (solo correspondiente a playas), (DINAMA)
- unas 8 estaciones de calidad de agua (OSE)¹⁵

Teniendo en cuenta los objetivos planteados, en especial los aspectos hidrológicos y meteorológicos) el estudio se enfoca mayormente en un análisis de las estaciones que presentan información a tiempo real (figura 9).

¹⁵www.ose.com.uy muestrea cuatro plantas de tratamiento en la cuenca, a las cuales, de acuerdo a lo informado por el laboratorio de OSE, les correspondería una muestreo aguas abajo y aguas arriba



Figura 8: Estaciones hidrometeorológicas en cuenca del Río de la Plata

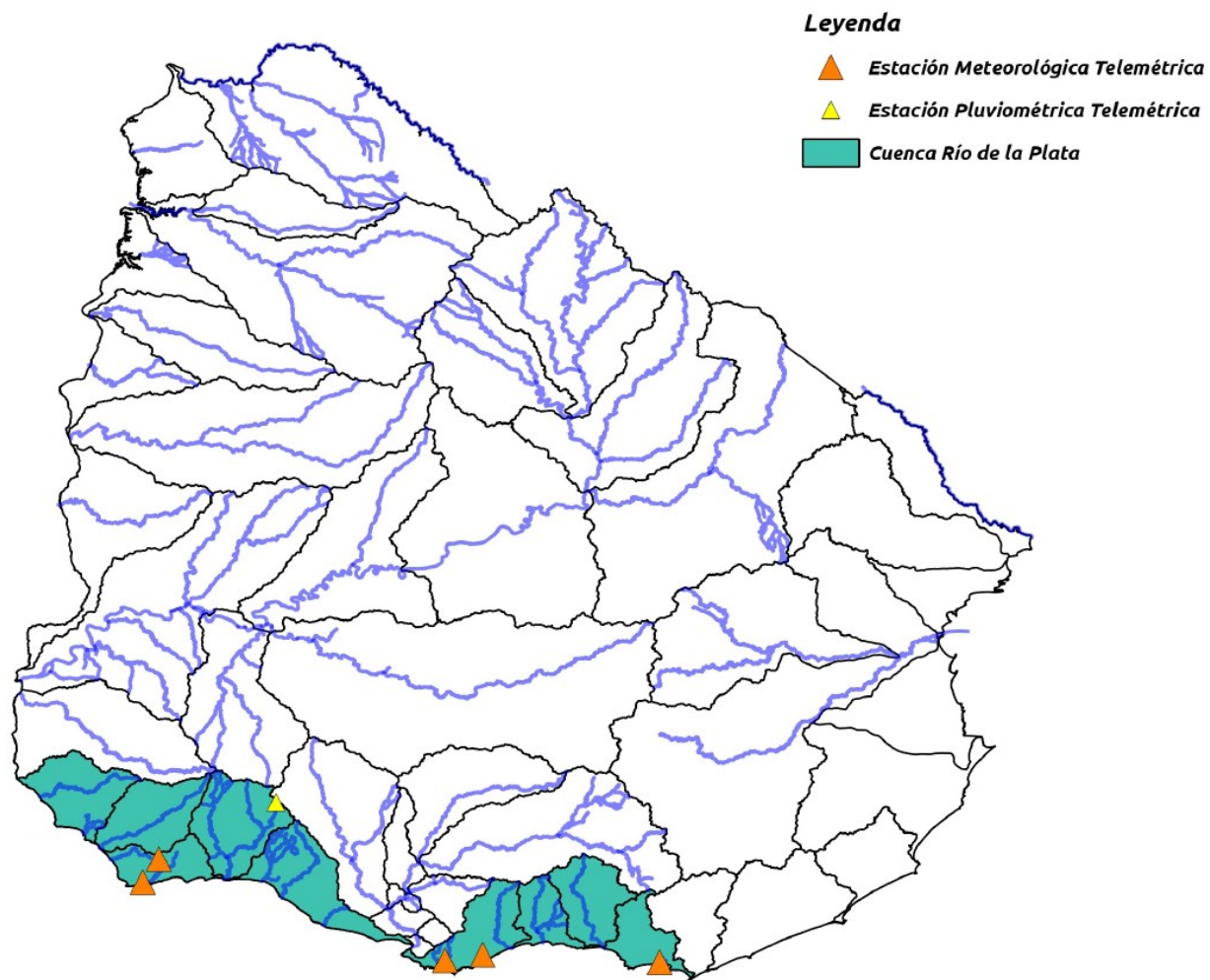


Figura 9: Estaciones hidrometeorológicas telemétricas en cuenca del Río de la Plata

4.2.5. ÁREAS Y DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO

Del relevamiento realizado surge la siguiente cantidad de estaciones hidrometeorológicas y distribución.

Cuenca	Área (km ²)	Área (%)	Hidrométricas				Pluviométricas			Meteorológicas		
			Nivel	Nivel y Caudal	Densidad N y C (km ² /est)	Telem. N y C (%)	Cantidad	Densidad (km ² /est)	Telem. (%)	Cantidad	Densidad (km ² /est)	Telem. (%)
Río Uruguay	45500	32,5	17	26	1750	35%	102	446	36%	11	4136	55%
Río de la Plata	12200	8,7	27	13	938	0%	29	421	3%	10	1743	50%
Río Negro	68600	49,1	6	48	1429	52%	148	464	21%	6	11433	33%
Río Santa Lucía	13500	9,7	12	16	844	0%	26	519	0%	4	3375	50%
Totales	139800		62	103	1357	33%	305	458	23%	31	4510	48%

4.3.Pronósticos y redes de alertas tempranas

Respecto al pronóstico y alertas sobre eventos extremos se utilizó como base la información generada por Jimena Alonso en Junio de 2013¹⁶, de la cual se presenta un extracto en el Anexo. Como parte de dicho trabajo se generaron mapas de vulnerabilidad frente a eventos de inundación para las cuencas estudiadas en el presente informe.

En base a ello se definieron localidades de vulnerabilidad alta con el fin de evaluar si la red telemétrica actual es suficiente para efectuar pronósticos o alertas sobre eventos extremos.

Si bien se entiende que existen tramos con vulnerabilidad alta o media que al inundarse afectan cultivos, en el presente informe se incluyen aquellos efectos que pueden afectar a localidades, cuyo daño consideramos es de mayor relevancia (daños de vidas humana, daños a los servicios esenciales, etc.).

4.3.1.PRINCIPALES LOCALIDADES EN SITIOS DE VULNERABILIDAD ALTA

Artigas

Artigas es la capital de departamento homónimo, ubicada a orillas del Río Cuareim (afluente del Río Uruguay), frente a la cual se ubica Quaraí (Brasil), las cuales son objeto de inundaciones recurrentes.

Se ha trabajado en un sistema de alerta pero no se encuentra operativo al momento, existiendo un proyecto Facultad de Ingeniería- Agencia nacional de Investigación e Innovación para ello¹⁷.

Esta red hará uso de las estaciones (hidrométrica y pluviométricas) telemétricas operadas por CTM, previendo incorporarse otras adicionales a definirse en el marco del trabajo en curso.

Durazno

Ciudad capital de departamento de Durazno, ubicada a orillas del Río Yí, es parte de la cuenca del Río Negro.

Durazno cuenta con un sistema de alertas, el cual al momento se encuentra operativo, en base a información de estaciones mayormente de UTE. Según detalla Jimena Alonso en el informe ya mencionado, el módulo hidrodinámico del sistema opera en tiempo real brindando apoyo al Centro Coordinador de Emergencias Departamentales en la toma de decisión y a la operativa de la emergencia. En base a la de pronóstico y registro de precipitación en la cuenca del río Yí, se simulan los procesos hidrológicos de infiltración y escurrimiento, obteniendo como resultado la evolución temporal de los caudales (modelo

¹⁶JIMENA ALONSO. *Consultoría de apoyo al Grupo Temático "Modelos Hidroclimáticos y escenarios para la adaptación en la Cuenca del Plata". Informe Final.* Junio 2013

¹⁷Comunicación telefónica al Sistema Nacional de Emergencias

hidrológico). En base a ello, y a la topo-batimetría del río, se realiza una simulación hidrodinámica que permite estimar la evolución temporal de los niveles de agua en cualquier punto del río. Incorporando además la información topográfica detallada de la zona urbana, el Sistema brinda información sobre la llegada de la onda de crecida, el tiempo de permanencia y el nivel máximo en cada punto de la zona afectada.

A efectos operativos, este módulo se encuentra automatizado de forma que diariamente en base a los pronósticos y registros de precipitación disponibles, se pronostica la amenaza de inundación en la ciudad: niveles máximos y zonas afectadas.

Salto

Dicha ciudad, capital del Departamento de Salto, se encuentra ubicada aguas abajo de la represa de Salto grande, en las proximidades a la misma.

Las crecientes del Río Uruguay aguas abajo de la presa, si bien tiene aportes de los afluentes que descargan en ese tramo, básicamente está controlada por dicha represa, la cual es operada por CTM. Esta, en base a los datos de su propia red telemétrica y previsiones de generación emite partes de previsiones de caudal de ingreso y descargas hacia aguas abajo. CARU, tomando dichos datos, realiza "informes de crecida del Río Uruguay" donde se incluyen pronósticos de niveles para varias localidades del litoral Argentino-Uruguayo (Salto, Concordia, Colón, Paysandú, Concepción del Uruguay, Fray Bentos)

Paysandú

Es la capital del departamento de Paysandú y se encuentra a orillas del río Uruguay, unos 120 km aguas abajo de la ciudad de Salto.

La situación es similar a Salto.

Mercedes

Capital del departamento de Soriano, se encuentra a orillas del Río Negro.

De manera similar que lo hace CTM, UTE cuenta con red telemétrica sobre la cuenca del Río Negro con el fin de controlar y operar el Sistema Hidroeléctrico de dicho río. En particular, cuenta con estación hidrométrica telemétrica en la ciudad de Mercedes y una serie de estaciones de este tipo aguas arriba de la misma. Esta, en base a los datos de su propia red telemétrica y previsiones de generación se informan pronósticos de nivel aguas abajo y en dicha ciudad.

Minas

Capital del departamento de Lavalleja, se encuentra a orillas del Arroyo San Francisco, en cercanías a las nacientes del Río Santa Lucía.

La presente ciudad cuenta, al igual que las anteriores mencionadas, con problemas de inundaciones debidas a la creciente del arroyo antes mencionado.

Actualmente no cuenta con ninguna estación telemétrica en sus cercanías ni sistema de alerta.

Santa Lucía

La ciudad de Santa Lucía se encuentra dentro del departamento de Canelones, a orillas del Río Santa Lucía. Actualmente no cuenta con ninguna estación telemétrica en sus cercanías ni sistema de alerta.

Nuevo Berlín

Nuevo Berlín, ubicada a orilla del Río Uruguay en el departamento de Río Negro cuenta con ciertos problemas de inundaciones debida a las crecientes del Río Uruguay.

Se encuentra en similar condición con la ciudad de Paysandú, es decir, dicho tramo del río se encuentra básicamente controlado por la represa de Salto Grande, por lo cual se vale de la información provista por CARU.

San Javier

San Javier, ubicada a orilla del Río Uruguay en el departamento de Río Negro cuenta con ciertos problemas de inundaciones debida a las crecientes del Río Uruguay. Además, se encuentra ubicada entre la ciudad de Paysandú y Nuevo Berlín por lo la situación es similar a ambas ciudades valiéndose por tanto de la información provista por CARU.

4.3.2. MONITOREO CON RADAR

Uruguay no cuenta con radar meteorológico que permita realizar alertas mas tempranas ante eventos extremos (ya sean de lluvia o granizo).

4.4. Gestión transfronteriza

En el ámbito de Uruguay en la cuenca del plata se presentan sectores transfronterizos con Argentina (Río Uruguay y de la Plata) y con Brasil (Río Cuareim).

En este último caso, Uruguay y Brasil desde tiempo atrás se han desarrollado diversos estudios conjuntos (Ej. El proyecto piloto de Gestión Integrada de Crecidas en la cuenca del río Cuareim, 2005¹⁸), así como tratados y acuerdos firmados, han manifestado y reiterado la necesidad y conveniencia de realizar actividades en conjunto sobre los recursos hídricos que benefician al conjunto de los ciudadanos que viven en la cuenca del río Cuareim.

Se ha propuesto la creación de organismos binacionales encargados de la gestión de la cuenca, pero que no se han desarrollado. Actualmente en Uruguay se

¹⁸Desarrollado por el Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) de Brasil, y en Uruguay la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH); con el apoyo de la Global Water Partnership (GWP) en conjunto con la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

cuenta con una Comisión de Cuenca del Río Cuareim (integrada por representantes del Gobierno, usuarios de agua y de la sociedad Civil) mientras que Brasil cuenta con su Comité das Aguas Estaduais da Bacia do Rio Quaraí, pero que no realizan gestión conjunta de los recursos hídricos de la cuenca.

En el caso de la frontera con Argentina tampoco se realiza gestión conjunta de recursos hídricos. No obstante, se han desarrollado varios organismos de cooperación binacionales, destacándose la CARU, CARP y CTM.

Estos organismos generan información por medio de multiplicidad de estaciones de monitoreo (mayormente telemétricas), los cuales además se complementan con registros de organismos nacionales que son recopilados periódicamente. Cuentan con sus grupos técnicos que procesan la información, así como distribuyen y difunden resultados y pronósticos. En particular, y como ejemplo destacado, CTM informa pronósticos de ingreso de agua al embalse y egresos para los próximos días, a partir de lo cual la CARU desarrolla sus pronósticos de inundación donde se presentan niveles del Río Uruguay en ciudades de ambos países.

5. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

5.1.Redes

5.1.1.DIAGNOSTICO ACERCA DEL ESTADO DE LAS REDES HIDROMETEOROLÓGICAS

El presente apartado no incluye redes de calidad de agua, dado que este aspecto ha sido asignado a la consultoría de Calidad de agua.

La red hidrológica básica en Uruguay, responsabilidad de DINAGUA (servicio Hidrológico Nacional) ha ido evolucionando históricamente, parcialmente en respuesta a necesidades particulares y de los recursos económicos y humanos asignados. Actualmente la red es significativamente mas pequeña que décadas atrás, y no cuenta con estaciones telemétricas propias en operación, lo que muestra que no ha priorizado la alerta temprana, habiéndose centrado en la generación de información y su almacenamiento.

No hay una necesidad explícita y manifiesta -por parte de los organismos encargados de gestionar los recursos hídricos- de compilar la información que generan todos los actores así como su procesamiento y publicación, sino que se cumple con una visión tendiente a producir y almacenar datos propios que permitirían la generación de estadísticos, y conocimiento específico de largo plazo.

Se estima que a mediano plazo esa situación deberá cambiar pues se presentarán de forma mucho mas recurrente y grave problemas debido a las presiones de uso de los recursos hídricos tanto por afectación de calidad de agua

(Ej. Río Santa Lucía) como por la disponibilidad (Ej. Abastecimiento público en el Río Cuareim o uso para riego).

Históricamente la evolución y operación de la red meteorológica nacional (hoy a cargo del INUMET) ha sido comparable a la hidrológica, aunque recientemente ha sido objeto de mejoras en especial en lo referente a gestión de la información y generación de conocimiento, particularmente publicando pronósticos, estadísticos y alertas meteorológicas de forma periódica, en acuerdo a su cometido de servicio público meteorológico. Aunque cuenta con estaciones telemétricas dentro del área de estudio, estas no alcanzan la decena, operando las restantes de forma manual.

Por sus propias necesidades para la gestión de presas de generación de energía eléctrica CTM y UTE cuentan con una importante cantidad de estaciones telemétricas (tanto hidrológicas como pluviométricas) o manuales que se publican cada pocas horas. Estas represas se ubican en las dos subcuencas principales (que suman un 80% del área) donde es preciso realizar una planificación continua y casi a tiempo real de toda la operativa y sus impactos. Asimismo, la mayor parte del área restante (al exceptuar la cuenca media y alta del Río Santa Lucía o partes altas de cursos pequeños) presenta un comportamiento hidrológico diferente, donde el nivel de agua en los cursos depende mayormente del Río de la Plata, el que está más influenciado por la marea y vientos que por la pluviometría de su entorno.

Complementariamente, se dispone de menos de una docena de estaciones meteorológicas telemétricas distribuidas en el área propiedad del INIA y privados que son publicadas a tiempo real.

De esta forma, Uruguay cuenta con un relevante conjunto de estaciones de monitoreo (mayormente manuales), que presentan distintas carencias en función de los objetivos que se pretendan.

Con una visión de cuenca, si el objetivo fuera la generación de información que permita calibrar, validar e inclusive operar modelos regionales de predicción de eventos extremos, se entiende que su distribución y operación es aceptable (aunque mejorable).

En el caso del desarrollo de alertas hidrológicas tempranas en localidades vulnerables, una debilidad a destacar es que no se cuenta con una entidad que focalice, gestione y procese la información generada por diversos actores para desarrollar los pronósticos necesarios. Ello se resuelve en base a acuerdos y convenios entre diversos actores (que cuentan con distintas prioridades y cometidos), tanto a nivel nacional como internacional que permite actualmente el desarrollo de pronósticos en la mayor parte de las áreas pobladas con alta vulnerabilidad.

La carencia de un radar meteorológico, como presentan los países vecinos, impide que puedan realizarse alertas ante eventos puntuales extremos con mayor antelación, precisión e inclusive incorporar otro tipo de alertas (Ej. granizo).

5.1.2. MEJORAS

De acuerdo a los objetos de la presente consultoría, solo se enfocará en la identificación de mejoras de la red de monitoreo en el marco de los objetivos generales del CIC para la cuenca del plata, lo cual es complementario mas no coincidente con los objetivos y necesidades de los organismos nacionales encargados de la gestión de los recursos hídricos.

En lo que respecta a las necesidades del proyecto CIC, se entiende que en el país existe una red de monitoreo telemétrica importante, aunque es necesaria la incorporación de algunas estaciones telemétricas adicionales (tanto meteorológica como hidrológica) en especial en sectores de mayor vulnerabilidad ante eventos extremos (Artigas, etc.), para desarrollar un sistema de alerta temprana.

La definición de la localización, características y operación de nuevas estaciones de monitoreo para sistemas de alerta temprana en localidades concretas escapa al alcance de la presente consultoría, debiendo ser resultado de un estudio específico. Para el restante área se encuentra en evaluación.

En línea con lo indicado en "Segundo Taller de Sistemas de Alerta, Integración de Redes de Monitoreo y Radarización de la Cuenca del Plata" existe gran potencial de integración de las redes entre los países para la gestión integrada de los recursos hídricos. A nivel de Uruguay, existe una interesante cantidad de estaciones telemétricas que permitirían contribuir al desarrollo de una red telemétrica básica de la cuenca, en el ámbito del proyecto Marco.

La principal carencia que se identifica, y por tanto la que da lugar a una potencial mejora refiere a la gestión actual de la información, existiendo una multiplicidad de actores con distintas atribuciones así como diversas operativas, manejo, almacenamiento y puesta a disponibilidad de la información en cada una de las etapas que van desde la generación del dato hasta la publicación de resultados.

En vista del interés del Proyecto marco de generar un esquema de difusión de la información relevada por las redes, se entiende que la operativa debe partir de la situación particular de cada institución. Para ello, se debería desarrollar y mantener herramientas (a costo y responsabilidad del CIC) que permitan por un lado disponer de la información y por otro brindar facilidades operativas, productos y/o ventajas para las instituciones que generan la información y son en fin sus propietarios.

Para ello, se propone crear web services abiertos al CIC (de solo lectura) en cada generador de datos que permitan acceder a la información requerida. De esta forma, cada generador seguirá manteniendo su forma de trabajo previa sin cambios si así lo deseara. No obstante, quien consulte la información (a través de la interfaz que se construirá en el CIC) dispondrá de un único punto de acceso a la información, la cual se encontrara estandarizada, ordenada, y que podría incorporar herramientas de tipo geográfico, así como gráficos y algoritmos de análisis ya predefinidos.

Se entiende que el fin ultimo sea una pública disponibilidad de la información, pero en primera instancia se entiende que posiblemente se tenga una etapa inicial donde la difusión sera entre organismos estatales. A este respecto se hace necesaria una discusión mayor en cuanto al ámbito de difusión pretendido por los países, en particular tomando en consideraciones las implicancias que puede tener el uso de los datos.

Es de destacar que este esquema es replicable internamente en cada país o institución, incorporándole una base de datos donde almacenar sus propia información.

5.2.Diagnostico transfronterizo

Dado el objeto del trabajo, el presente documento solo centra el diagnostico en las redes de monitoreo, con una visión de cuenca y carácter transfronterizo.

En Uruguay la generación de información por medio de redes implica multiplicidad de actores, abarcando organismos públicos -unos 10-, empresas (publicas y privadas) y organismos binacionales, con diferentes objetivos, cuadros técnicos, demandas, jerarquías, recursos y fines, sin existir un organismo gestor de la información.

A nivel de cuenca del plata la densidad de estaciones hidrometeorológicas en Uruguay no se advierte como una problemática. Su número y distribución se entiende aceptable, aunque mejorable (en especial para problemáticas locales concretas), no siendo un obstáculo para el desarrollo de la mayor parte de los productos, pronósticos o estudios de interés a nivel de cuenca. En línea con ello, las estaciones telemétricas y pluviométricas manuales generan datos que se hacen disponibles (para su generador) en corto plazo (minutos a menos de 24 horas).

Con cierto tiempo (meses en algún caso) y en ocasiones pagando, se puede acceder a la casi totalidad de la información generada, inclusive por cualquier persona.

Posiblemente la principal carencia destacable no refiere a la generación por medio de las redes existentes, sino a la carencia de políticas nacionales concretas en cuanto a la gestión de la información¹⁹. No hay bases de datos de redes de monitoreo compartidas²⁰, ni se advierte esto como un objetivo país o una dirección a transitar en el corto o mediano plazo.

Al no existir un gestor nacional de la información (de forma central o distribuida), organismos de gestión o aprovechamiento de los recursos no cuentan con toda la información que se genera para la toma de decisiones en tiempo y forma.

¹⁹Ya sea recolección, sistematización e intercambio de información, adopción de estándares y formatos almacenamiento, manejo o sistemas de gestión de información; continuidad en las actividades de monitoreo

²⁰En ocasiones se comparte la información, sin ser compartidas las bases de datos

Complementariamente, organismos de investigación (o generadores de datos) no cuentan con datos adicionales que podrían potenciar su trabajo.

Parte de la problemática detectada corresponde al sentido de pertenencia de la información. En la mayor parte de los casos, al no existir acuerdos entre organismos donde se definan las herramientas y flujo de información, este queda sujeto en muchos casos a la buena voluntad y disponibilidad de tiempo de los funcionarios.

El desarrollo de un sistema de gestión de información de redes de monitoreo, no necesariamente centralizado, se entiende que puede generar un cambio significativo en lo que a generación de información, desarrollo de conocimiento en la cuenca y gestión de recursos hídricos refiere.

A la fecha, al menos en lo referente a monitoreo, se advierte una insuficiente integración de los organismos ambientales y recursos hídricos. Asimismo, de mejorarse, esta deberá enfrentar una resistencia al cambio de hábito y reticencia al intercambio de información.

Complementariamente, la gestión de los recursos en base a la información de las redes de monitoreo debería estar asociado al conocimiento de los usos del suelo en las áreas aguas arriba, elemento que hoy no se encuentra integrado.

En particular, la mitad norte de Uruguay así como sur de Brasil y sectores fronterizos argentinos, presentan importante potencial crecimiento del almacenamiento de agua para riego, y se encuentran en un proceso de cambio de uso del suelo, por lo cual el mantenimiento de las estaciones de monitoreo en el tiempo y la incorporación de elementos que permitan monitorear los cambios (Ej sobre la calidad o estudios de los mínimos), se entiende fundamental.

Finalmente, desde el punto de vista de la teledetección, la ausencia de un radar meteorológico en Uruguay deja un hueco en la cuenca del Plata, el que impide desarrollar el gran potencial de esta técnica en la generación de alertas tempranas.

6. ANEXO – MAPAS DE ÁREAS HIDROLÓGICAMENTE VULNERABLES

Dentro del proyecto *Consultoría de apoyo al Grupo Temático "Modelos Hidroclimáticos y escenarios para la adaptación en la Cuenca del Plata"* de Junio 2013 elaborado por Jimena Alonso se presentó la vulnerabilidad frente a evento de inundación. Por tanto, a continuación se realiza una breve descripción de dicho capítulo y se presentan los mapas allí elaborados.

La vulnerabilidad se define como el daño potencial en función de la frecuencia y magnitud del evento y de los impactos que éste pueda provocar. En el desarrollo de su "Atlas de Vulnerabilidad a las Inundaciones" (ANA, 2011), la metodología de trabajo se estructura en tres etapas, con metodologías y productos propios que se describen a continuación:

- Primero se definen los trechos inundables. Por tanto se deben conocer la distribución geográfica de la ocurrencia de inundaciones en los principales cursos de agua del país, su frecuencia, magnitud e impactos asociados.
- Como segundo paso se estima la vulnerabilidad de los trechos inundables. En esta etapa se estima la vulnerabilidad a partir de la frecuencia de las inundaciones y los impactos asociados. Para ello se tiene en cuenta que:
 - Frecuencia: Alta: inundaciones ocurren en 5 años o menos; Normal: ocurren en intervalos de 5 a 10 años; Baja: solo ocurren a intervalos mayores a 10 años.
 - Impactos: se definen en función de la ocurrencia de daños a la vida y las propiedades y de la interrupción de servicios. Se clasifica en alta, medio y baja.

En base a lo anterior se define la vulnerabilidad según:

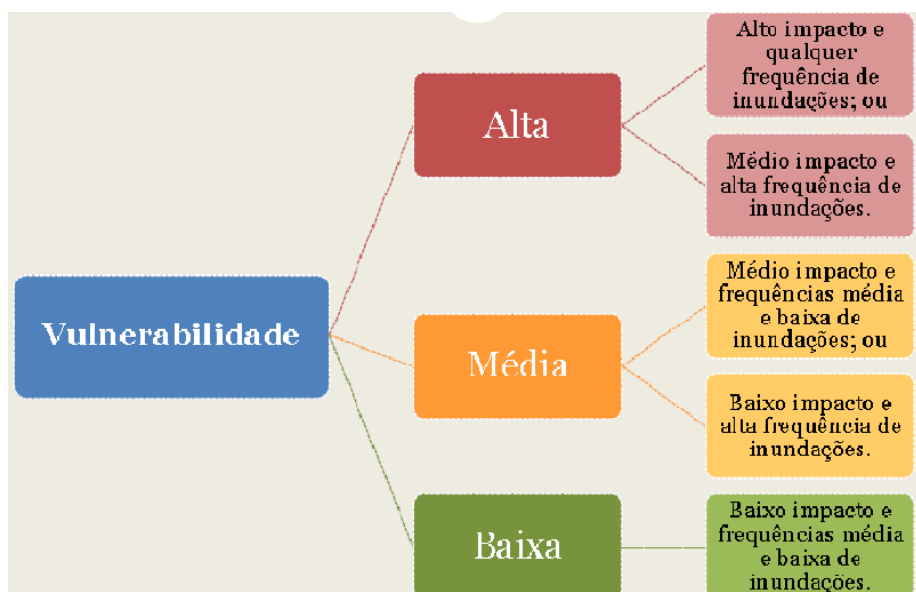


Figura 10: Definición del grado de vulnerabilidad (tomado de ANA, 2011)

- En la tercer y última etapa se identifica, a partir de los datos y mapas producidos en las anteriores etapas, la proporción de las áreas críticas para la ocurrencia de inundaciones.

Por tanto, en función de lo descrito se obtuvieron los siguientes mapas de vulnerabilidad.

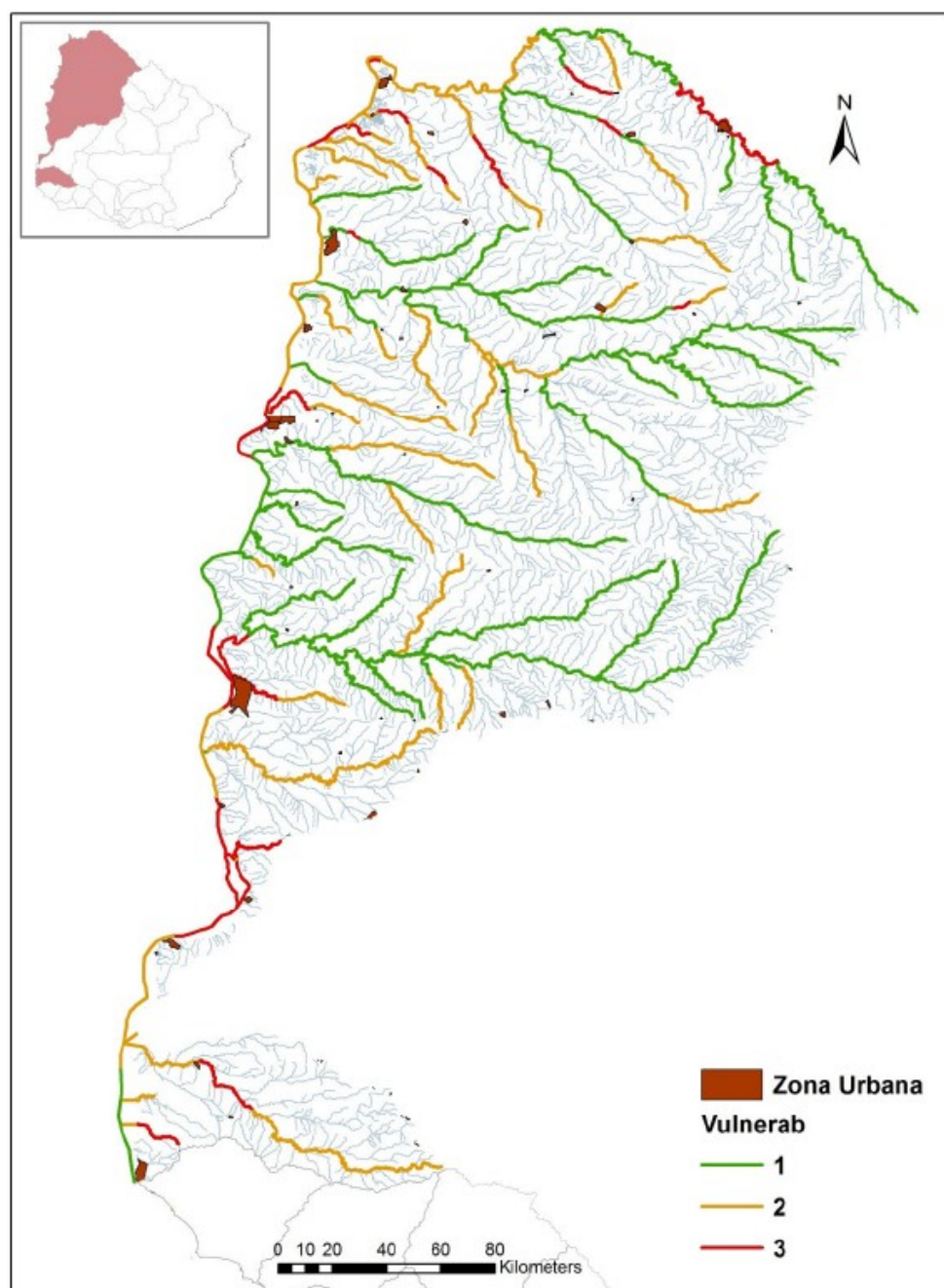


Figura 11: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Uruguay

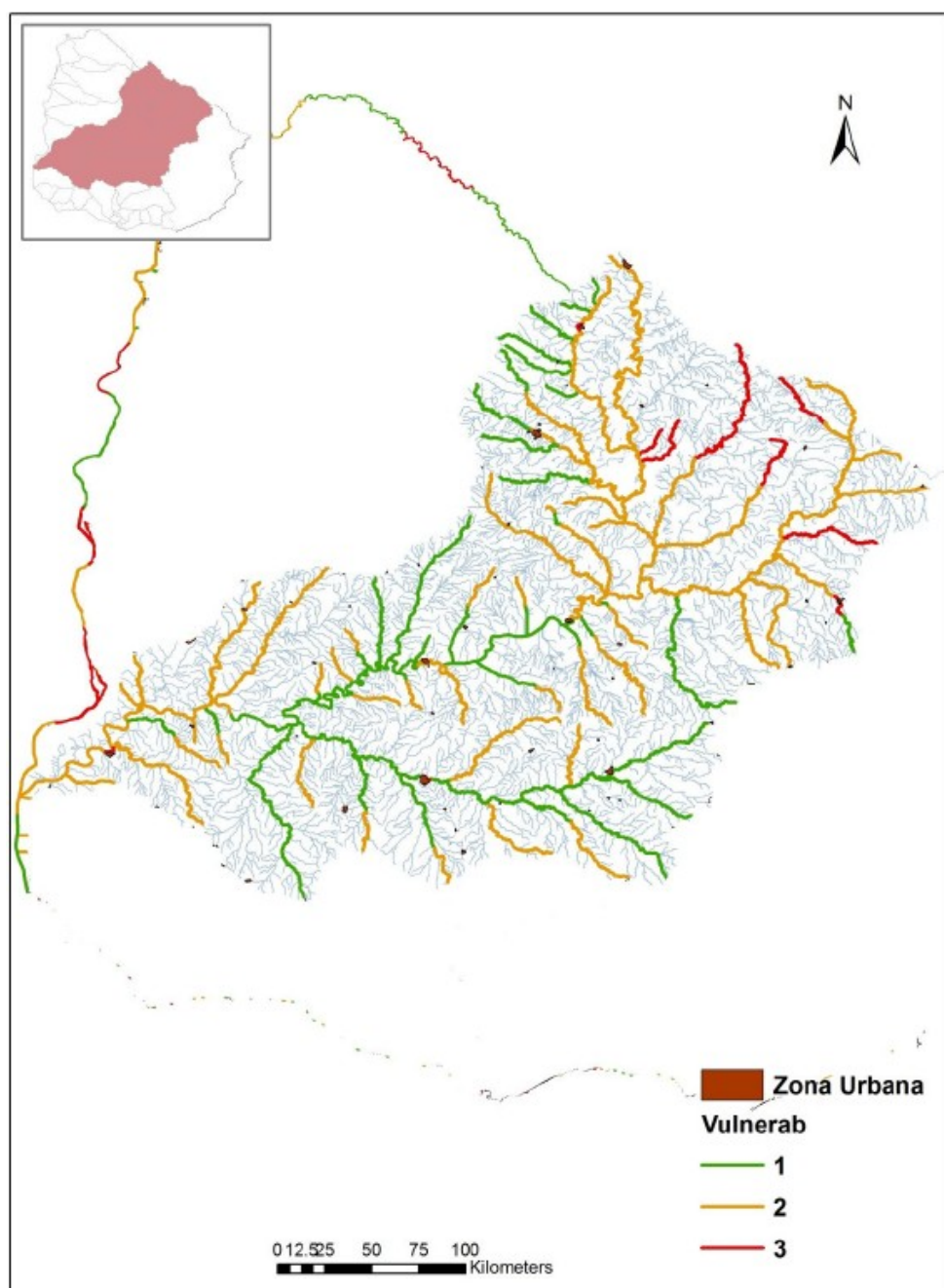


Figura 12: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Negro

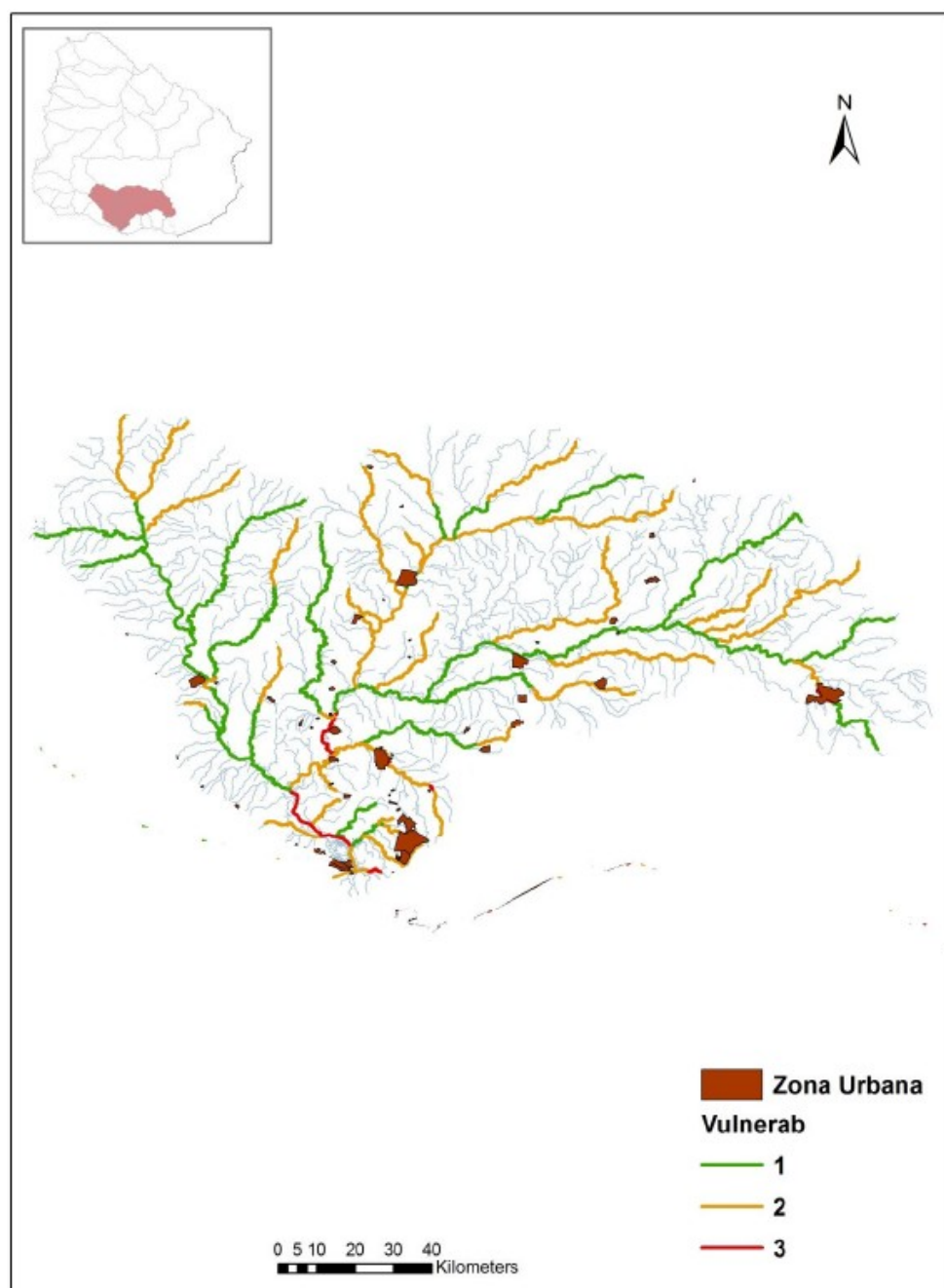


Figura 13: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Santa Lucía

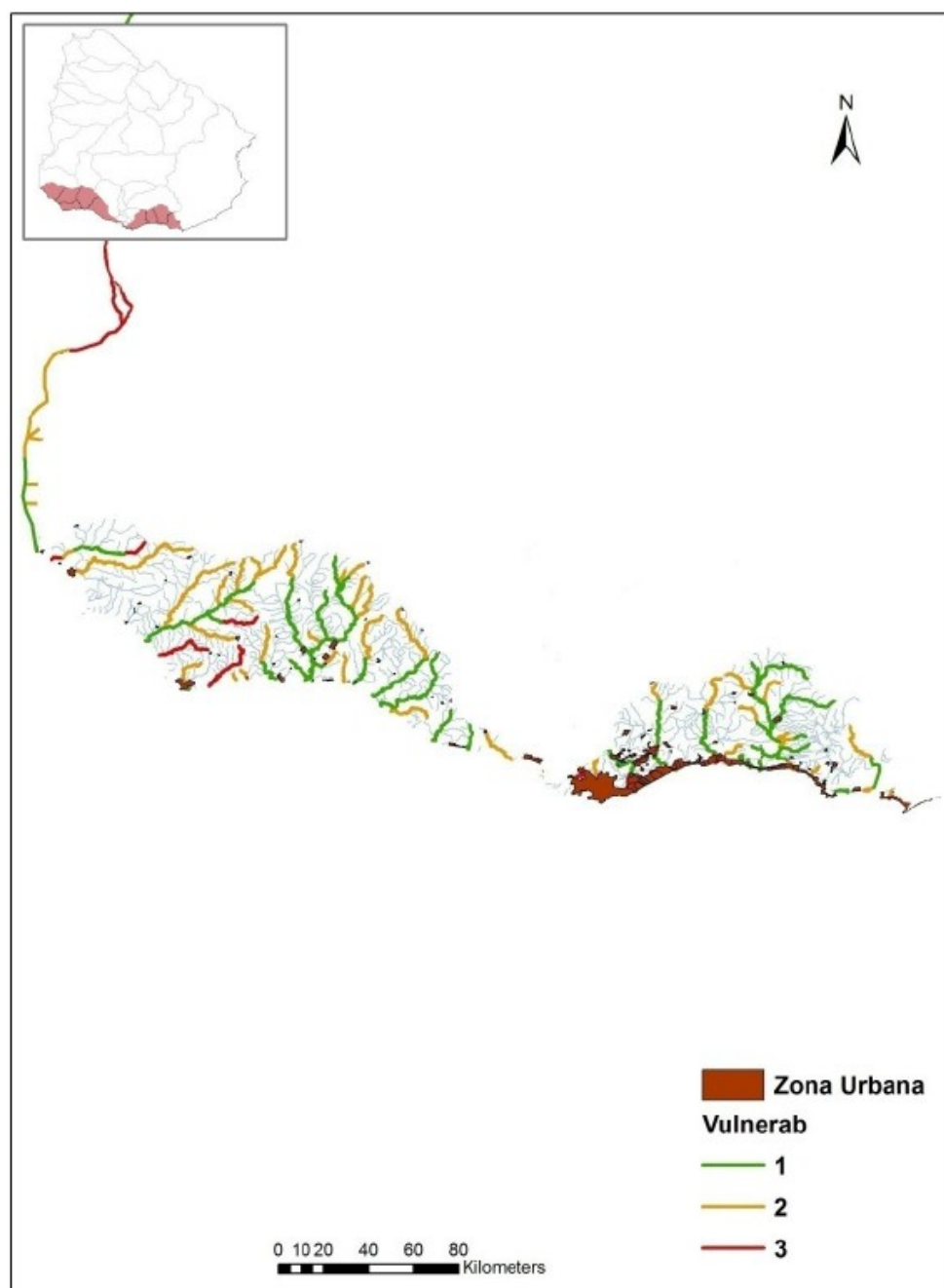


Figura 14: Mapa de Vulnerabilidad a las inundaciones en la Cuenca del Río Negro