

Sección VII. Términos de Referencia

Servicios de Consultoría para el Desarrollo de Herramientas Técnicas y de Planificación (DeHTyP)

Proyecto de Gestión Integral de la Cuenca del Río Salado (GIRS)

Sección VII. Términos de Referencia

para

Servicios de Consultoría para el Desarrollo de Herramientas Técnicas y de Planificación (DeHTyP)

en el marco del

Proyecto de Gestión Integral de la Cuenca del Río Salado (GIRS)

<i>Rev.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Descripción</i>	<i>Edición</i>	<i>Revisión</i>
1.0	1/09/2020	Versión renovada a partir de pliegos preexistentes	PGR	PGR
1.1	5/10/2020	Adecuación de los trabajos de campo	PGR	PGR
1.2	9/11/2020	Cambios en el presupuesto de la consultoría	PGR	PGR
2.0	4/12/2020	Modificación del alcance de los relevamientos	PGR	PGR
2.1	21/12/2020	Versión a revisión del BIRF	PGR	

Versión 2.1 (diciembre de 2020)

Ficha Técnica

1. Documento Memoria técnica y Especificaciones	2. Código DeHTyP-2.1-2020	3. Referencia al archivo original Pliego - Desarrollo de Herramientas Técnicas y de Planificación - GICRS - Sección 7 - Términos de referencia - PGR - v2.1 - 21dic2020.docx		
4. Título y subtítulos: Sección VII. Términos de Referencia Proyecto de Gestión Integral de la Cuenca del Río Salado (GIRS)		5. Fecha de publicación 21/12/2020		
		6. Tipo de documento Versión 2.1 (versión sujeta a revisión)		
7. Revisión y elaboración: Revisión completa del Pliego de licitación de los Servicios de Consultoría para el Desarrollo de Herramientas Técnicas y de Planificación (DeHTyP)		8. Asesor: Dr. Ing. Pablo Romanazzi		
		9. Contacto: pablo.romanazzi@gmail.com		
10. Documento realizado para: Subsecretaría de Recursos Hídricos Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos <small>Avda. 7 Nro. 1267 e/58 y 59 Ciudad de La Plata, Prov. de Bs. As.</small>		11. Identificación abreviada: SSRH - MIySP		
		12. Autoridades: Ing. Guillermo Jelinski <u>Subsecretario</u>		
13. Cítese: "Sección VII. Términos de Referencia -Servicios de Consultoría para el Desarrollo de Herramientas Técnicas y de Planificación (DeHTyP) Proyecto de Gestión Integral de la Cuenca del Río Salado (GIRS)"; Versión 2.1; SSRH - MIySP; diciembre de 2020.				
14. Síntesis: <ul style="list-style-type: none"> En este documento se especifican técnicamente los Servicios de Consultoría a prestar para el Desarrollo de Herramientas técnicas y de Planificación en el marco del Proyecto de gestión integral de la Cuenca del Río Salado. Se incluye una introducción general y los términos de referencia para llevar adelante los estudios y trabajos de campo que permitirán implementar las siguientes herramientas: un Inventario físico de la Infraestructura hidráulica y de los recursos hídricos (IFIHyRH) en la cuenca; un Levantamiento planialtimétrico regional dirigido a la obtención de un Modelo digital de terreno (MDT) apto para la simulación hidrológica e hidrodinámica; un Banco de Datos Hidrológicos (BDH) orientado al balance hídrico regional; y finalmente los Protocolos Regionales para la Planificación de la Reducción del Riesgo Hídrico (ProRe). El pliego de especificaciones técnicas abarca 5 ítems de trabajos de consultoría para lograr los cuatro productos mencionados con un programa de ejecución de 12 meses. 				
15. Palabras clave Riesgo Hídrico – Cambio climático – Gestión integral de los recursos hídricos (GIRH)		16. Tamaño y fecha del archivo protegido 7,00 Mbytes 21/12/2020		
17. Confidencialidad Sujeto a cláusula de confidencialidad de la SSRH – MIySP - PBA	18. Nro. de páginas 43	19. Nro. de figuras 18	20. Nro. de tablas 6	21. Nro. de fotos -

CONTENIDO

A.	OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA CONSULTORÍA.....	5
A.1	MARCO CONCEPTUAL Y ZONA DE TRABAJO	6
A.2	ETAPAS DE EVOLUCIÓN Y COBERTURA	10
A.3	OBJETO DE LA PRESENTE CONTRATACIÓN DE CONSULTORÍA	15
B.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	16
B.1	RECOPIACIÓN GENERAL DE ANTECEDENTES DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO.....	18
B.1.1	<i>Caracterización y línea de base ambiental de la región del Río Salado</i>	<i>18</i>
B.1.2	<i>Análisis histórico y efectividades de Planes Maestros de la cuenca</i>	<i>20</i>
B.1.3	<i>Reconocimiento de repositorios institucionales y recopilación de metadatos.....</i>	<i>20</i>
B.1.4	<i>Digesto de normativa de tipo ecohidrológica aplicables y en vigencia</i>	<i>20</i>
B.1.5	<i>Identidad y trayectoria de los Comité de cuencas en la región del Río Salado</i>	<i>20</i>
B.2	INVENTARIO FÍSICO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	21
B.2.1	<i>Relevamiento de obras hidráulicas y recursos hídricos superficiales</i>	<i>21</i>
B.2.2	<i>Relevamiento de la explotación del recurso hídrico subterráneo.....</i>	<i>21</i>
B.2.3	<i>Identificación y análisis de proyectos en ejecución y a ejecutar.....</i>	<i>22</i>
B.2.4	<i>Compilación de infraestructura urbana y de transporte</i>	<i>23</i>
B.2.5	<i>Sistematización de la información y compatibilidad con IDEBA</i>	<i>23</i>
B.3	LEVANTAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LA REGIÓN GLOBAL DEL RÍO SALADO.....	24
B.3.1	<i>Construcción de una red de apoyo en base a la información preexistente</i>	<i>24</i>
B.3.2	<i>Relevamiento regional para la obtención de un modelo digital del terreno (MDT).....</i>	<i>25</i>
B.3.3	<i>Modelación de la transformación geoespacial en la región del Río Salado</i>	<i>27</i>
B.3.4	<i>Producción de la cartografía digital en base SIG.....</i>	<i>28</i>
B.3.5	<i>Campañas de levantamiento in situ para verificación del modelo regional</i>	<i>29</i>
B.4	BANCO DE DATOS HIDROLÓGICOS ORIENTADO AL BALANCE HÍDRICO REGIONAL.....	31
B.4.1	<i>Compilación de datos hidrológicos en fuentes externas</i>	<i>31</i>
B.4.2	<i>Recopilación y análisis de datos de archivo de las reparticiones de la PBA</i>	<i>31</i>
B.4.3	<i>Procesamiento de la información básica para el balance hídrico regional</i>	<i>31</i>
B.4.4	<i>Análisis de ciclos consecutivos de déficit y superávit hídrico históricos</i>	<i>34</i>
B.4.5	<i>Recopilación de imágenes de sensores remotos en hitos detectados</i>	<i>34</i>
B.5	PROTOCOLOS REGIONALES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO HÍDRICO	36
B.5.1	<i>Caracterización de las amenazas hidrometeorológicas, tecnológicas y ambientales.....</i>	<i>36</i>
B.5.2	<i>Caracterización de vulnerabilidades territoriales en relación al recurso hídrico.....</i>	<i>37</i>
B.5.3	<i>Análisis de medidas para la reducción del riesgo hídrico en general</i>	<i>38</i>
B.5.4	<i>Elaboración de protocolos de actuación regional para la respuesta ante emergencias.....</i>	<i>38</i>
B.5.5	<i>Elaboración de protocolos de actuación regional para la prevención de desastres.....</i>	<i>39</i>
C.	PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA.....	40
D.	LISTADO DE ENTREGABLES Y PLAZOS	41
E.	ANEXOS - DOCUMENTOS EN FORMATO DIGITAL	42
F.	REFERENCIAS	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A.1: Componentes del proyecto GIRS - Herramientas	6
Figura A.2: Regiones hídricas naturales de la PBA (adaptado del Atlas SRHN, 2010).....	7
Figura A.3: Región de desagüe natural del Río Salado	7
Figura A.4: Fase 1 - Sistema central – Regiones y cuencas involucradas	9
Figura A.5: Fase 1 – Etapa 1 – Cuenca propia del río Salado.....	9
Figura A.6: Ubicación de las EMA en cada etapa del SIMPARH – Fase 1	12
Figura B.1: Representación de resultados en función de la progresiva (Fuente: Colombo et al, 2018)19	
Figura B.2: Ejemplo de resultados en función de localidades entre cabecera y desembocadura.....	19
Figura B.3: Localidades, cursos naturales y canales en la cuenca propia del río Salado	22
Figura B.4: superposición de la red vial y ferroviaria en la zona bajo estudio.....	23
Figura B.5: Mojones NAP del IGN en la cuenca propia del río Salado	24
Figura B.6: Red de nivelación del IGN en la cuenca propia del RS.	25
Figura B.7: Modelo GEOIDE-Ar16 en la región de referencia del Río Salado.....	27
Figura B.8: Modelo conceptual de balance hídrico diario a desarrollar	32
Figura B.9: Estructura del modelo de embalses en cascada	33
Figura B.10: Mapa de ICV en la PBA.	37
Figura B.11: Ejemplo Protocolo del barrio Puente de Fierro en La Plata, Buenos Aires.....	39
Figura C.1: Plan de trabajo y cronograma del proyecto GIRS - Herramientas	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A.1: Regiones, cuencas y etapas de evolución de la Fase 1.....	8
Tabla A.2: Etapas de evolución de la Fase 1 del SIMPARH.....	10
Tabla A.3: Ubicación de Centros de Monitoreo Regionales (CeMRe) - Fase 1del SIMPARH	13
Tabla B.1: Ítems para la ejecución de la Etapa 1 del proyecto GIRS - Herramientas	16
Tabla D.1: Ítems, formatos y plazos de la Etapa 1 del proyecto GIRS - Herramientas.....	41
Tabla E.1: Organización de la documentación disponible en formato digital.....	42

A. OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA CONSULTORÍA

Entre otras acciones, la Gestión Integral del Río Salado (GIRS) propone constituir a mediano plazo un conjunto de herramientas básicas para la toma de decisiones cuando se deben enfrentar posibles desastres de tipo hidrometeorológico.

En la Provincia de Buenos Aires (PBA) se registran amenazas naturales principalmente debidas a la ocurrencia frecuente de:

- precipitaciones severas, con crecidas repentinas peligrosas en ámbitos urbanos,
- temperaturas extremas, con incendios y heladas asociadas,
- vientos intensos y/o huracanados,
- y sucesiones de ciclos de exceso y déficit hídrico, con sus efectos regionales de inundación y sequía agronómica.

En este contexto resulta imprescindible contar con herramientas técnicas y de planificación que permitan reducir el riesgo de desastres en sectores vulnerables de la población, de la infraestructura de comunicaciones y de los servicios esenciales.

En los siguientes puntos se describen el marco conceptual del presente trabajo de consultoría, el área de referencia donde se ejecutarán los objetivos específicos y las distintas etapas de evolución de la meta global propuesta para la región global del río Salado de 184.062 km².

No obstante, se debe destacar que el presente pliego de especificaciones técnicas se inscribe en una zona de trabajo que representa aproximadamente el 20% del área global referida y que se corresponde con la cuenca propia del Río Salado a lo largo de sus curso troncal y secciones principales de sus tributarios tanto naturales como producto de canalizaciones. El resto de las cuencas de la región se llevará a cabo en sucesivas etapas de evolución de acuerdo a las necesidades de cobertura de información y riesgo latente.

Su alcance también se define en relación a otros tres proyectos que integran un paquete de medidas “blandas” o “no estructurales” de la GIRS y que se gestionan actualmente en paralelo en esta misma operatoria del préstamo BIRF 8736 con denominación “Proyecto de Apoyo Integral a la Gestión Integral del Río Salado – Componente 1: Gestión integral de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Salado”, a saber:

1. Desarrollo de Herramientas Técnicas y de Planificación (DeHTyP, este pliego).
2. Plan de Gestión Ambiental y de Humedales para la cuenca del Río Salado (PGAH).
3. Mejora del sector Gobernanza del Agua (GobAgua).
4. Sistema Inteligente de Monitoreo para la Prevención y Análisis del Riesgo Hidrometeorológico (SIMPARH).

El trabajo de consultoría que se especifica técnicamente en este documento es transversal, básico y alimenta a todos los demás programas de la Componente 1, razón por la cual se deberá tener especial consideración a la interacción con todos ellos.

A.1 MARCO CONCEPTUAL Y ZONA DE TRABAJO

El monitoreo necesario para la gestión del riesgo hidrológico no se reduce al censo continuo y permanente de las variables meteorológicas e hidráulicas (cubierto actualmente con el Proyecto SIMPARH que también forma parte de esta operatoria de crédito como medida blanda), sino que se enmarca en un conjunto más amplio de acciones que pueden alinearse en tres actividades básicas:

- Actualización de la información hidrológica e infraestructura hidráulica
- Simulación hidrológica e hidrodinámica de procesos superficiales y subterráneos
- Servicio de monitoreo y vigilancia hidrometeorológica

Estas actividades forman el núcleo básico donde se apoya el presente trabajo de consultoría para generar conocimientos que puedan ser aprovechados por otros programas en desarrollo (Sistema de monitoreo SIMPARH, Gobernanza del agua, Gestión del riesgo, Gestión ambiental, entre otros) y que integran en conjunto el paquete de medidas no estructurales que la Provincia de Buenos Aires se encuentra implementando a través de la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Infraestructura y Servicios públicos.

De este manera, estos tres puntales del proyecto (que denominaremos de aquí en más como proyecto “GIRS-Herramientas”) no son excluyentes ni subsistemas cerrados, sino que se nutren y a la vez proporcionan información oficial interactuando con otras áreas del gobierno de la Provincia de Buenos Aires como, por ejemplo, la infraestructura de datos espaciales (IDE) que desarrolla la Subsecretaría de Gobierno Digital, los sistemas de información geográfica (SIG) soportados por diversas reparticiones públicas (nacionales, provinciales y municipales) y los organismos que tienen dentro de su misión, por un lado, el control y la gestión del recurso hídrico y la seguridad y alerta de la población, por otro.

Para que el proyecto GIRS-Herramientas cumpla entonces con los objetivos básicos de monitoreo, prevención y análisis de riesgos hidrometeorológicos debe poder contar con su triada base (inventario, simulación y vigilancia) en estrecha relación con todas las acciones “blandas” o medidas no estructurales que se vienen desarrollando, tal como se muestra en la siguiente figura:

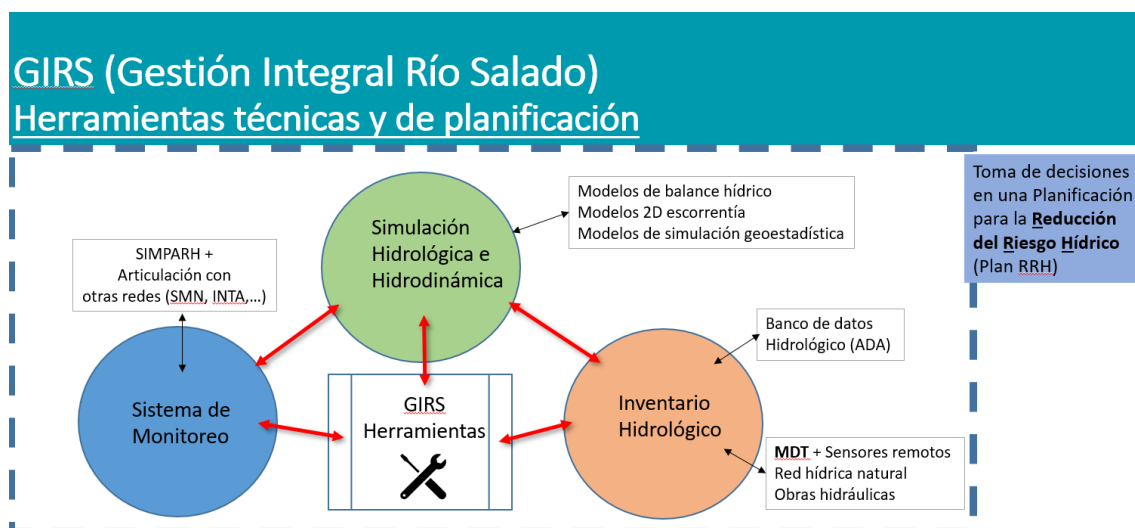


Figura A.1: Componentes del proyecto GIRS - Herramientas

Para una cobertura total del territorio provincial y de acuerdo con una estrategia de implementación progresiva, se reconocen 12 regiones hídricas naturales¹:

¹ La cartografía oficial de la Provincia de Buenos Aires reconoce 11 regiones hídricas de acuerdo con el Atlas de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (2010). En este caso se ha dividido la región Noreste en dos dada la importancia relativa del Área Metropolitana (AMBA)

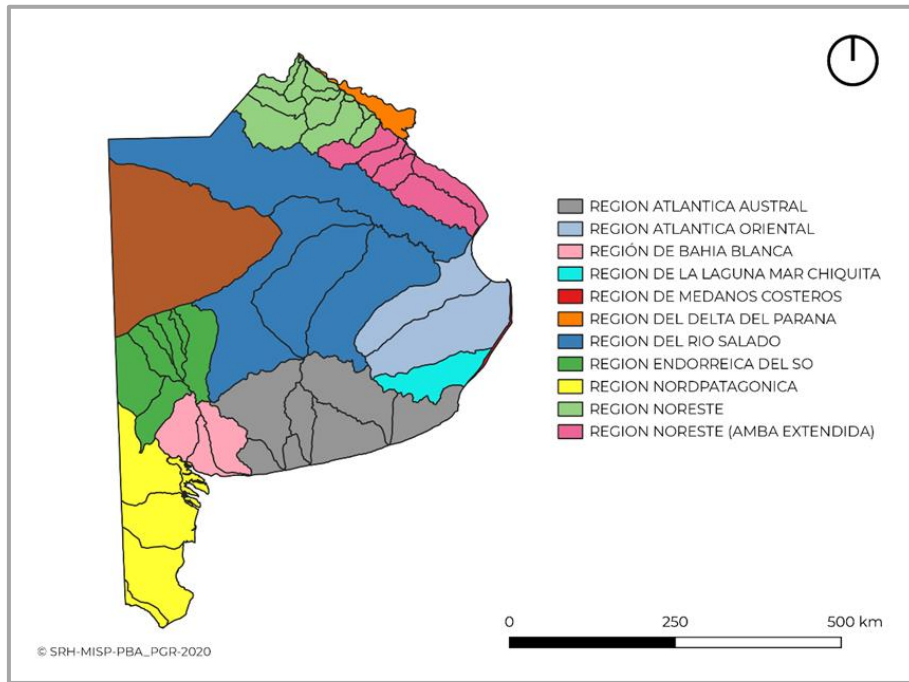


Figura A.2: Regiones hídricas naturales de la PBA (adaptado del Atlas SRHN, 2010)

El caso que corresponde al presente pliego es la Fase 1 – Sistema Central de la PBA que involucra a la totalidad de la Super Región del Río Salado. Está constituida por la región de desagüe natural del río Salado (Figura A.3) más la Región Noroeste, Región Endorreica del SO y la Región Atlántica Oriental (todas formando un sistema interconectado que descarga sus aguas en la Bahía de Samborombón, Figura A.4) y en particular la Etapa1 que corresponde a la cuenca propia del Río Salado dentro de la región homónima (Figura A.5).

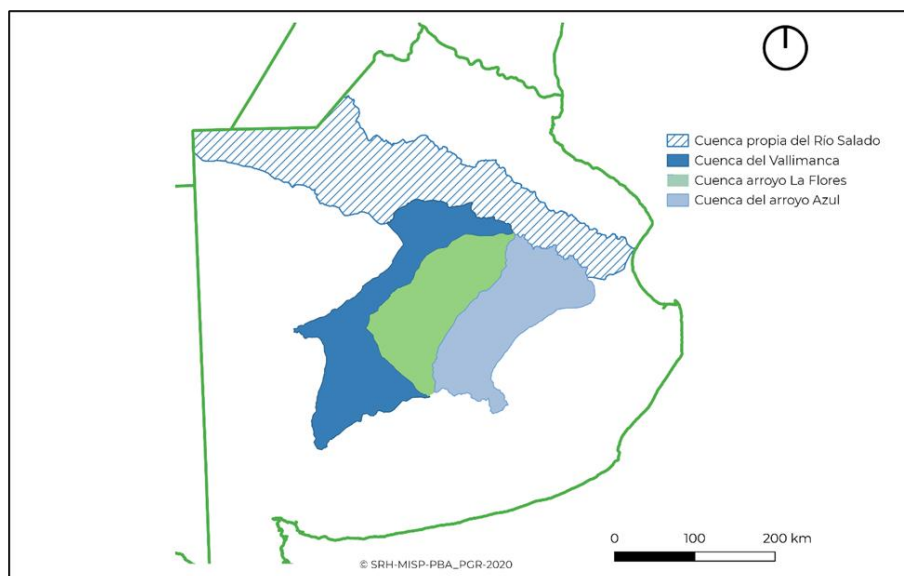


Figura A.3: Región de desagüe natural del Río Salado

extendida a cuencas como las de los ríos Luján, Reconquista y Matanza, entre otras. La operatoria con organismos internacionales en forma separada de las cuencas mencionadas, la compleja situación urbana y de sus recursos naturales que atraviesan todo el conurbano, justifican considerar en forma destacada al sector “AMBA extendida” como una subregión dentro de la región Noreste.

Así, los diferentes avances del proyecto se reconocerán como FASES cuando se logra una cobertura trabajada en varias regiones a la vez y como ETAPA cuando dentro de una misma región se consiguen alcances cuenca por cuenca.

La superficie completa de la Región natural del Río Salado se puede estimar en 94.763 Km² (30,8% de la PBA) y dentro de ella, la Etapa 1 (Cuenca propia del Río Salado, con sombreado diagonal en la Figura A.3) abarca 37.233 Km² (12,1% de la superficie provincial), lo que significa aproximadamente un cuarenta por ciento (39,3%) del área de drenaje natural y directa del río Salado a la Bahía de Samborombón.

Como se adelantó, la Fase 1 se completa con la región Noroeste (conectada al río Salado a través del sistema de canales proveniente del complejo Hinojo – Las Tunas y con destino final al sistema de lagunas de Bragado, canal del Este y arroyo Saladillo), con la región endorreica de las lagunas encadenadas del SO (con salida controlada por bombeo hacia la cuenca del río Vallimanca) y con la región Atlántica oriental perteneciente al faldeo norte de las Sierras de Tandil (que se suma porque también descarga sus aguas a la Bahía de Samborombón a través del sistema de canales principales construidos a partir de principios del siglo pasado).

En la siguiente tabla se presenta la región final compuesta con todas las cuencas en cada región, sus superficies involucradas y etapas propuestas para su abordaje:

Tabla A.1: Regiones, cuencas y etapas de evolución de la Fase 1

Región (% del total)	Denominación de cuenca	Superficie [km ²]	Etapas	% del Total	
Río Salado (51,5%)	Propia del Río Salado	37.233	1	20,2	
	Arroyo Vallimanca	22.369	4	12,2	
	Arroyo Las Flores	16.492	6	19,1	
	Arroyo Azul	18.669			
Noroeste (22,4%)	Cuenca arreica drenada por canales	41.261	2	22,4	
Atlántica Oriental (14,4%)	Langueyú	10.536	5	14,4	
	Tandileufú-Chelforó	15.887			
Endorreica del SO (11,7%)	Zona de drenaje peripampeano (*)	5.818	3	11,7	
	Arroyo Pigüé	2.652			
	Arroyo Venado	1.131			
	Arroyo Guaminí	1.831			
	Arroyo Cochicó	724			
	Arroyo Chasicó (*)	5.762			
Arroyo Sauce Corto	3.697				
(*) cuencas no conectadas al Río Salado, pero se las conserva en la nómina por integrar la Región Endorreica del SO		Total =	184.062	6	100

En otras palabras, por las características descritas en el punto anterior es importante establecer una jerarquía u orden de prioridad para lograr una cobertura óptima de la Fases de la GIRS. Lo mismo cabe entonces con los planes para desarrollar las Fases 2 y 3, es decir, los sectores norte y sur de la PBA, respectivamente.

Es indudable que la cuenca propia del Río Salado (Etapa 1 de la Fase 1) ocupa un lugar preferencial dado que es la columna vertebral del desagüe y su instrumentación permite tener datos en secciones de control de ingreso de las demás zonas de esta super región.

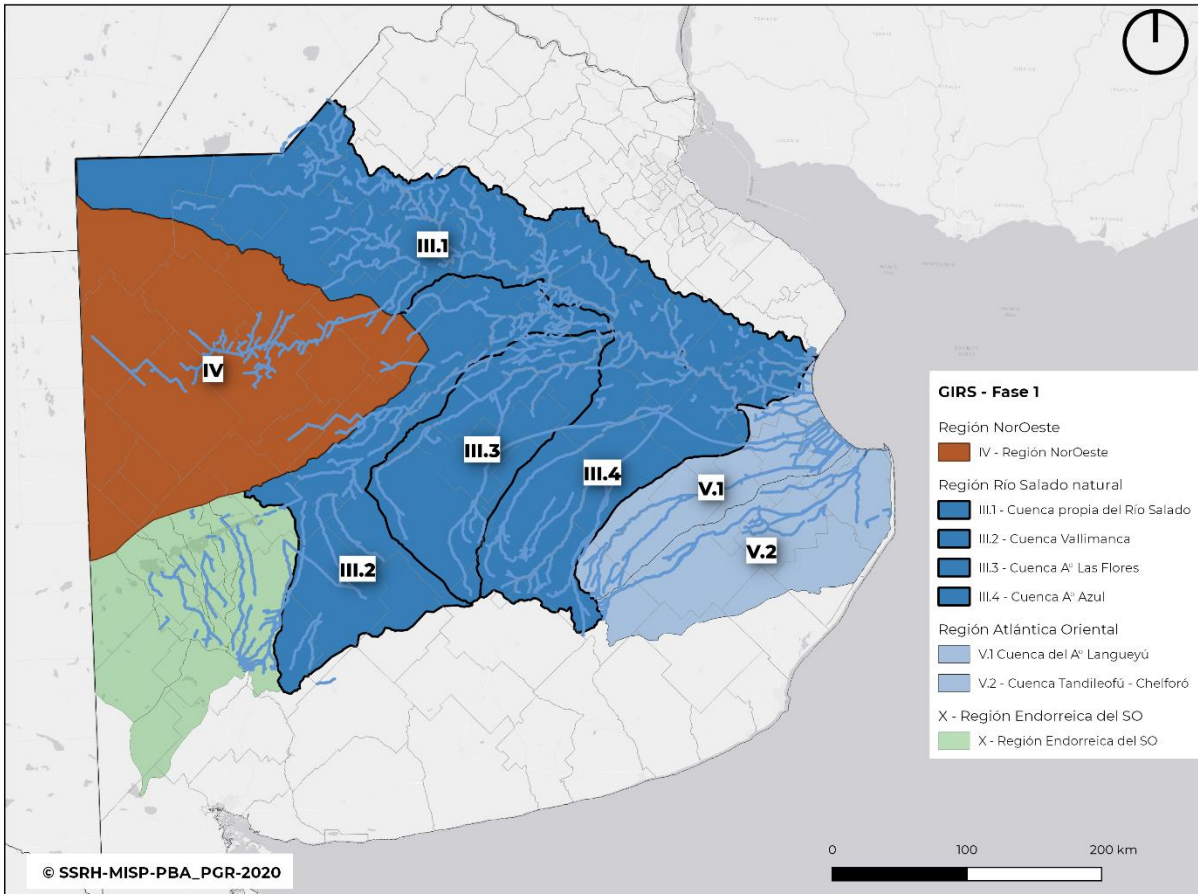


Figura A.4: Fase 1 - Sistema central – Regiones y cuencas involucradas

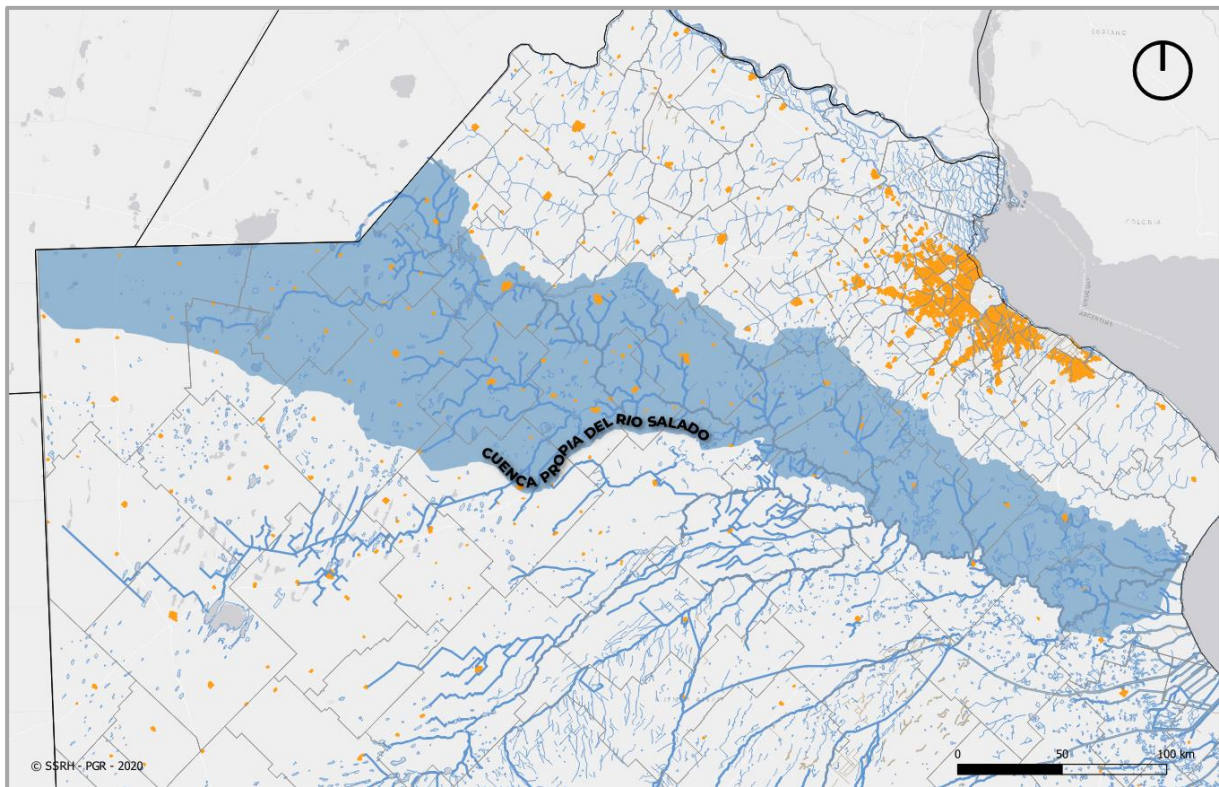


Figura A.5: Fase 1 – Etapa 1 – Cuenca propia del río Salado

A.2 ETAPAS DE EVOLUCIÓN Y COBERTURA

En cuanto a la secuencia de Etapas se prevé que las mismas acompañen al desarrollo del sistema de monitoreo (SIMPARG) agrupándolas en tres procesos licitatorios, a saber:

- la Etapa 1 en primer lugar (en arreglo a lo especificado en este pliego técnico),
- las Etapas 2 y 3 juntas en una segunda licitación (cobertura del 34,1% del total) y,
- por último, las Etapas 4,5 y 6 (con el 45,7% de cobertura).

Esta evolución responde a las necesidades actuales de información, iniciando en la franja norte con la cuenca propia del río Salado dado que incluye al curso principal donde se están llevando las principales obras de adecuación, siguiendo con toda la zona oeste que es la zona más desabastecida y a la vez la más expuesta a los valores extremos de los ciclos alternados de inundaciones y sequías, para finalizar con el sector central y oriental, donde las cuencas se presentan con similares características y menores necesidades de mejora del conocimiento actual de su régimen hidrológico.

Las distintas etapas de evolución que se proponen están relacionadas con el SIMPARH dado el número de estaciones de monitoreo automáticas (EMA) que resulta necesario instalar para lograr una cobertura que satisfaga todas necesidades hidrológicas, con lo cual y aglutinando estos criterios, el esquema de progreso resultante es el siguiente:

Tabla A.2: Etapas de evolución de la Fase 1 del SIMPARH

Etapa	Región / Cuenca	Cantidad de EMAs del SIMPARH	Cantidad de municipios	Nómina de Partidos
1	Río Salado / Cuenca propia	76	23	9 de Julio Alberti Bragado Castelli Chacabuco Chascomús Chivilcoy Florentino Ameghino General Arenales General Belgrano General Paz General Pinto General Viamonte General Villegas Junín Leandro N Alem Lezama Lincoln Lobos Navarro Pila Roque Pérez San Miguel del Monte
2	Noroeste	49	14	25 de Mayo Bolivar Carlos Casares Carlos Tejedor Daireaux General Villegas Hipólito Yrigoyen

Etapa	Región / Cuenca	Cantidad de EMAs del SIMPARH	Cantidad de municipios	Nómina de Partidos
				Lincoln Pehuajó Pellegrini Rivadavia Salliqueló Trenque Lauquen Tres Lomas
3	Endorreica del SO / todas las cuencas	37	7	Adolfo Alsina Coronel Suárez Daireaux Guaminí Pigüé Puán Saavedra
4	Río Salado / Arroyo Vallimanca	37	10	25 de Mayo Bolivar Coronel Suarez Daireaux General Alvear General Lamadrid Laprida Olavarría Saladillo Roque Pérez
5	Atlántica Oriental / Arroyos Languyú y Tandileufú - Chelforó	38	15	Ayacucho Balcarce Castelli Dolores General Conesa General Guido General Juan Madariaga General Lavalle Loberia Maipú Mar Chiquita Pila Rauch Tandil Tordillo
6	Río Salado / Arroyos Las Flores y Azul	55	11	Azul General Belgrano General Alvear Las Flores Monte Olavarría Pila Rauch Saladillo Tandil Tapalqué

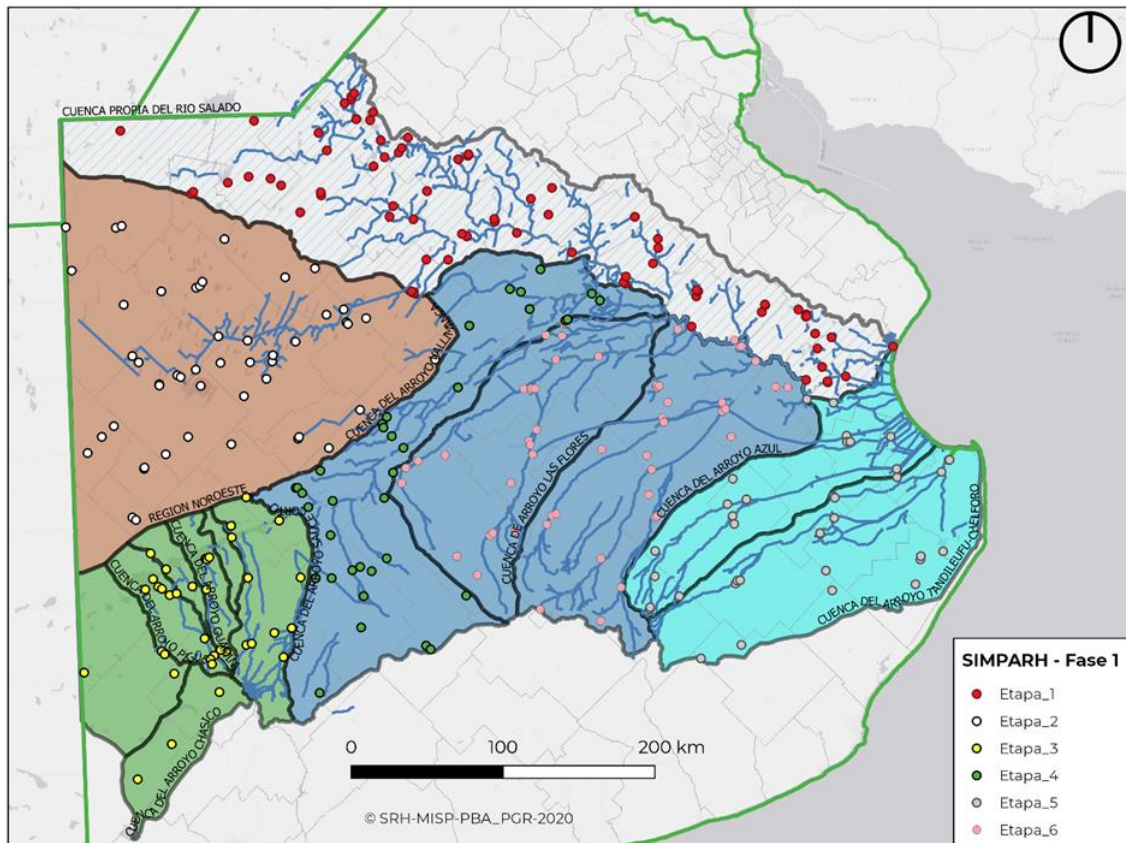


Figura A.6: Ubicación de las EMA en cada etapa del SIMPARH – Fase 1

La planificación de la recuperación de puestos de medición y los nuevos a ejecutar dan una cifra final de 292 EMAs. En el área tomada como referencia para la totalidad del Río Salado. Esto significa una densidad de 1 estación cada aproximadamente 630 Km², dentro del rango recomendado por la OMM².

En cuanto a la cantidad de Municipios involucrados la suma final es de 62 con diferente grado de participación en cada una de las cuencas (25 de Mayo, Bolívar, Castelli, Coronel Suarez, Daireaux, General Alvear, General Belgrano, General Villegas, Lezama, Lincoln, Olavarría, Pila, Rauch, Roque Pérez, Saldillo, San Miguel del Monte y Tandil, son territorios que pertenecen a más de una cuenca). La mayor concentración de cabeceras se da obviamente a lo largo del cauce principal del Río Salado, dando como resultado 23 Municipios conectados con su cuenca propia.

Es importante destacar también que el proyecto SIMPARH especifica la instalación de Centros de Monitoreo Regionales (CeMRe) que resulta equivalente al 50% de las cabeceras de partido en un primer grado de evolución del SIMPARH, los 31 CeMRe así determinados estarían dando una cobertura de aproximadamente un centro regional cada 6.000 Km² (5937,8 Km²). Y si, además, la distribución de estos se hace en función del tamaño de las cuencas involucradas (son 14 cuencas de acuerdo con lo indicado en la Tabla A.1) el resultado da que en esta primera etapa son 6 CeMRe a habilitar en la Cuenca Propia del Río Salado. La distribución completa en esta Fase 1 se muestra en la siguiente tabla:

² Sergio Fattorelli y Pedro Fernández (2011); “Diseño Hidrológico”, Tabla 3.3; 2da. Edición; Publicación digital de la editorial de la Water Assessment & Advisory Global Network (WASA-GN); <http://www.wasa-gn.net/index.php?id1=6>, consultado en abril de 2020.

Tabla A.3: Ubicación de Centros de Monitoreo Regionales (CeMRe) - Fase 1 del SIMPARH

Región	Cuenca	CeMRe por Cuenca	CeMRe por Región
Río Salado	Propia del Río Salado	6	16
	Arroyo Vallimanca	4	
	Arroyo Las Flores	3	
	Arroyo Azul	3	
Noroeste	Cuenca arreica drenada por canales	7	7
Atlántica Oriental	Langueyú	2	4
	Tandileufú-Chelforó	2	
Endorreica del SO	Zona de drenaje indefinido peripampeano (*)	-	4
	Arroyo Pigüé	1	
	Arroyo Venado	1	
	Arroyo Guaminí	1	
	Arroyo Cochicó	-	
	Arroyo Chasicó (*)	-	
Arroyo Sauce Corto	1		
(*) cuencas no conectadas al Río Salado, pero se las conserva en la nómina por integrar la Región Endorreica del SO		Total =	31
			31

La ubicación definitiva de cada uno de los CeMRe será acordada con el Comprador durante el desarrollo del Anteproyecto de las obras en cada etapa de la Fase 1 del SIMPARH, de manera tal que siempre queden los centros regionales igualmente repartidos entre cuenca alta, media y baja o donde resulte más efectivo dentro de su área de influencia (puede ser el baricentro del área, en correspondencia con una sección de control o en un trasvase, entre otros casos a definir) y siempre tratando de aprovechar la infraestructura disponible en cada uno de los municipios involucrados.

Todos estos últimos detalles se facilitan a los oferentes para que los mismos estén en conocimiento de los alcances del presente proyecto y su interrelación con otros proyectos que se desarrollan en paralelo.

Finalmente, dado que la consultoría dará lugar al manejo de un importante volumen de información, lo oferentes deberán considerar la adecuación de esta para que sea posible su integración en un repositorio institucional conectado a otras fuentes de información de la Autoridad del Agua (ADA), del Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos, de otros Ministerios de la PBA, Universidades y Centros de Investigación.

En esta línea de trabajo será muy importante definir el formato de los datos acerca de los datos recopilados (o, en breve, los metadatos), la forma de preservar y de dar visibilidad a todo lo producido por el proyecto ya que el mismo se enmarca en:

- La vigencia del Plan Nacional del Agua (PNA³) cuyo segundo eje se refiere a la adaptación del país, sus ciudades y sus economías regionales a la variabilidad y el cambio climático.
- También se adhiere al cumplimiento de los Objetivos del Milenio⁴ propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el marco de su programa permanente para el desarrollo (PNUD), principalmente en línea con el Objetivo 11 que se refiere a las Ciudades y comunidades sostenibles (“Lograr que las ciudades y los asentamientos

³ <https://www.argentina.gob.ar/interior/plandelagua>, sep. 2019.

⁴ <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>, sep. 2019.

humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”) y al Objetivo 13 que tiene que ver con la consigna Acción por el clima (“Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”).

- En sintonía con lo anterior, hace suyas las cuatro prioridades de acción que subraya el Marco de Sendai⁵ para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030, esto es: (1) comprender el riesgo de desastres; (2) fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres; (3) invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia; y (4) aumentar la preparación para casos de desastres a fin de dar una respuesta eficaz y para “reconstruir mejor”.
- Por último, el proyecto GIRS - Herramientas se desarrolla en arreglo al derecho a acceder a la información pública (Ley Nacional 27.275⁶), al acceso a Información Pública Ambiental (Ley Nacional 25.831⁷) y al Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe⁸ (conocido como Convenio de Escazú, Costa Rica), firmado por la República Argentina en septiembre de 2018.

⁵ https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf, sep. 2019.

⁶ <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley-27275-comentada.pdf>

⁷ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/90000-94999/91548/norma.htm>

⁸ <https://www.cepal.org/es/acuerdodeescazu>

A.3 OBJETO DE LA PRESENTE CONTRATACIÓN DE CONSULTORÍA

El objetivo global de la presente consultoría es generar información relevante y desarrollar las herramientas técnicas necesarias para favorecer la toma de decisiones en el marco de una planificación de la reducción del riesgo hídrico en la PBA.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar una recopilación general de antecedentes en la cuenca del Río Salado.
- Actualizar el inventario físico de la infraestructura hidráulica y de los recursos hídricos
- Concretar un levantamiento planialtimétrico en la zona de trabajo definida de la Etapa1
- Organizar un banco de datos hidrológico orientado al balance hídrico regional
- Desarrollar protocolos para la planificación de la reducción del riesgo hídrico

Es objeto de la presente contratación de consultoría cumplir con los objetivos específicos enunciados en el área de trabajo definida para la Etapa 1 del proyecto GIRS – Herramientas, esto es, en la Cuenca propia del Río Salado.

Los productos principales que la consultoría deberá proporcionar son:

- Un informe con el análisis de la información preexistente de la región global del Río Salado, entendiéndose por ello la consideración de la totalidad de las regiones componentes tanto las que integran el drenaje natural como aquellas con desagüe inducido por la red de canales y los sistemas de bombeo.
- Un inventario físico de la infraestructura hidráulica y de los recursos hídricos correspondiente a la zona de trabajo de la Etapa 1 del proyecto, georreferenciado y volcado en un sistema de información geográfico de uso libre y gratuita (tipo QGis en su versión estable más reciente).
- En el mismo soporte de administración de datos georreferenciados se deberá suministrar un nuevo levantamiento planialtimétrico de la zona bajo estudio definida para la Etapa 1 del proyecto mediante la técnica de relevamiento LIDAR.
- Una base de datos programada conteniendo un Banco de datos hidrológico actualizado y orientado al seguimiento del balance hídrico regional con paso diario para la Etapa 1 del proyecto.
- Un compendio de protocolos de actuación tanto para la escala rural como para las localidades existentes dentro del área de referencia de la Etapa 1 del proyecto GIRS – Herramientas.

Los detalles de las especificaciones técnicas se incluyen en el capítulo siguiente, tanto para la realización de estas tareas como para sus correspondientes productos asociados.

B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

De acuerdo a los lineamientos básicos para el desarrollo del proyecto GIRS - Herramientas en la PBA, con cumplimiento de su objetivo global y de sus objetivos específicos (ya expuestos en el capítulo anterior), los oferentes deberán realizar su propuesta para la provisión de los siguientes servicios de consultoría:

Tabla B.1: Ítems para la ejecución de la Etapa 1 del proyecto GIRS - Herramientas

Ítem	Descripción
1	<i>Recopilación general de antecedentes de la región global del Río Salado</i>
1.1	Caracterización y línea de base ambiental de la región Río Salado
1.2	Análisis histórico y efectividades de planes maestros de la cuenca
1.3	Reconocimiento de repositorios institucionales y recopilación de metadatos
1.4	Digesto de normativa de tipo eco hidrológica aplicable y en vigencia
1.5	Identidad y trayectoria del comité de cuencas en la región del Río Salado
2	<i>Inventario físico de la infraestructura hidráulica y de los recursos hídricos</i>
2.1	Relevamiento de obras hidráulicas y recursos hídricos superficiales
2.2	Relevamiento de la explotación del recurso hídrico subterráneo
2.3	Identificación y análisis de proyectos en ejecución y a ejecutar
2.4	Compilación de infraestructura urbana y de transporte
2.5	Sistematización de la información y compatibilidad con IDEBA
3	<i>Levantamiento planialtimétrico de la región global del Río Salado</i>
3.1	Construcción de una red de apoyo en base a la información preexistente
3.2	Relevamiento regional para la obtención de un modelo digital del terreno (MDT)
3.3	Modelación de la transformación geoespacial en la región del Río Salado
3.4	Producción de la cartografía digital en base SIG
3.5	Campañas de levantamiento in situ para verificación del modelo regional
4	<i>Banco de datos hidrológicos orientado al balance hídrico regional</i>
4.1	Compilación de datos hidrológicos en fuentes externas
4.2	Recopilación y análisis de datos de archivo de las reparticiones de la PBA
4.3	Procesamiento de la información básica para el balance hídrico regional
4.4	Análisis de ciclos consecutivos de déficit y superávit hídrico históricos
4.5	Recopilación de imágenes de sensores remotos en hitos detectados
5	<i>Protocolos regionales para la planificación de la reducción del riesgo hídrico</i>
5.1	Caracterización de las amenazas hidrometeorológicas, tecnológicas y ambientales
5.2	Caracterización de vulnerabilidades territoriales en relación al recurso hídrico
5.3	Análisis de medidas para la reducción del riesgo hídrico en general
5.4	Elaboración de protocolos de actuación regional para la respuesta ante emergencias
5.5	Elaboración de protocolos de actuación regional para la prevención de desastres

La normativa para la Georreferenciación de todo el proyecto deberá respetar los siguientes lineamientos básicos:

- A. Las coordenadas para la georreferenciación deberán ser expresadas en los marcos de referencia oficiales de la Argentina.
 - El Sistema de Referencia Geodésico es el materializado por el Marco de Referencia Geodésico Nacional POSGAR07, época 2006.632. La Proyección es Gauss-Krüger, según las Fajas oficiales del IGN.
 - Para la componente altimétrica se adopta el Sistema de Referencia Vertical Nacional 2016 (SRVN16), apoyado en la red altimétrica del IGN y el modelo GEOIDE-AR16.
- B. Para realizar cambios de época de las coordenadas en POSGAR07, utilizar el calculador VEL-AR del IGN (<http://www.ign.gob.ar/content/calculadora-online-vel-ar>), con:
 - Geodésicas (Latitud, Longitud y Altura) POSGAR07, época 2006.632.
 - Planas, Proyección Gauss-Kruger (E, N) POSGAR07, época 2006.632.
 - Alturas ortométricas SRVN16.

En lo que sigue, cuando en una especificación se mencione la figura de “COMPRADOR” o “CONTRATANTE” se entiende que es el Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires, sito en Avenida 7 N° 1267, entre 58 y 59, Piso 6° Oficina N° 613, ciudad de La Plata.

Por su parte, cuando se haga referencia al “PROYECTO” se entiende que es el objeto de la presente licitación de consultoría para la implementación del proyecto GIRS - Herramientas, Etapa 1.

Del mismo modo, en la referencia a “PROVEEDOR” o “CONSULTOR” se entiende que se alude a la empresa (o Unión Transitoria de empresas), licitante u oferente que fue adjudicataria de proyecto y ha firmado el contrato de consultoría.

A su vez el Comprador designará a un equipo de profesionales que harán la revisión y control en cantidad y en calidad de cada una de las componentes del proyecto; dicho equipo será denominado de aquí en más como la “SUPERVISIÓN”.

B.1 RECOPIACIÓN GENERAL DE ANTECEDENTES DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO

En este ítem el proveedor de la consultoría dispone de cuatro meses para realizar una recopilación general de antecedentes en la región global del Río Salado, en toda la extensión de la super región de 184.062 km². Este es el único ítem que se trabaja con toda el área de referencia para progresar en las siguientes licitaciones de consultoría con una base de antecedentes ya consolidada y dejando previsto sólo una tarea de actualización si resultara necesario en el momento de sus ejecuciones.

B.1.1 Caracterización y línea de base ambiental de la región del Río Salado

Existe una amplia gama de caracterizaciones de este tipo en la región del Río Salado. En este caso se requiere efectuar una caracterización ambiental inédita, pero con información preexistente en toda el área de referencia (184.062 km²) y teniendo en cuenta, entre otros, a los siguientes índices para la orientación del trabajo:

- Geomorfología de las cuencas componentes y sus redes de escurrimientos.
- Flora, fauna y la densidad poblacional de todas las localidades (aprox. 558).
- Caracterización de infraestructura de servicios básicos y viviendas.
- Actividades productivas industriales y agropecuarias.
- Síntesis de trabajos con campañas de relevamiento de la contaminación en la región del Río Salado en aire, suelos, aguas y sedimentos.
- Indicadores de calidad de vida (ICV)

Debe tenerse en cuenta que en simultáneo con este trabajo de consultoría se estarán llevando adelante otros estudios e investigaciones ambientales en la región del río Salado, razón por la cual se requiere síntesis y correlación con los objetivos globales y específicos definidos para el desarrollo de herramientas técnicas y de planificación.

Para lograr esto se especifica presentar los resultados en función de las progresivas del curso (o distancia a su desembocadura) o en función de hitos geográficos que permitan una rápida referencia a la localización de los datos. A manera de ejemplo se presentan las figuras B,1 y B.2 tomadas del trabajo de Colombo et al. (2018)⁹.

Como otras recopilaciones solicitadas en esta consultoría, el período de análisis deberá restringirse a la información disponible en sitios oficiales, trabajos inéditos, informes científicos, etc., con un período de vigencia comprendido dentro de las últimas dos décadas.

La construcción de mapas para este ítem debe también estar separados de otras requisitorias en este mismo pliego a fin de poder trabajar en forma independiente.

Los informes se entregarán en formato digital, en original y formato .PDF acompañados de la colección generada de figuras, mapas, capas SIG en formato .SHP en directorios y carpetas separadas del resto de la información fuente utilizada.

⁹ Colombo, Speranza, Tatone, Astoviza, Skorupka, Migoya, Romero, Heguilor, Massenzio y Colavita (2018); "LINEA DE BASE DE LA CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA DEL RIO SALADO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES: CONTAMINANTES PERSISTENTES EN AIRE, SUELOS, AGUAS Y SEDIMENTOS", Informe CIC, PBA.

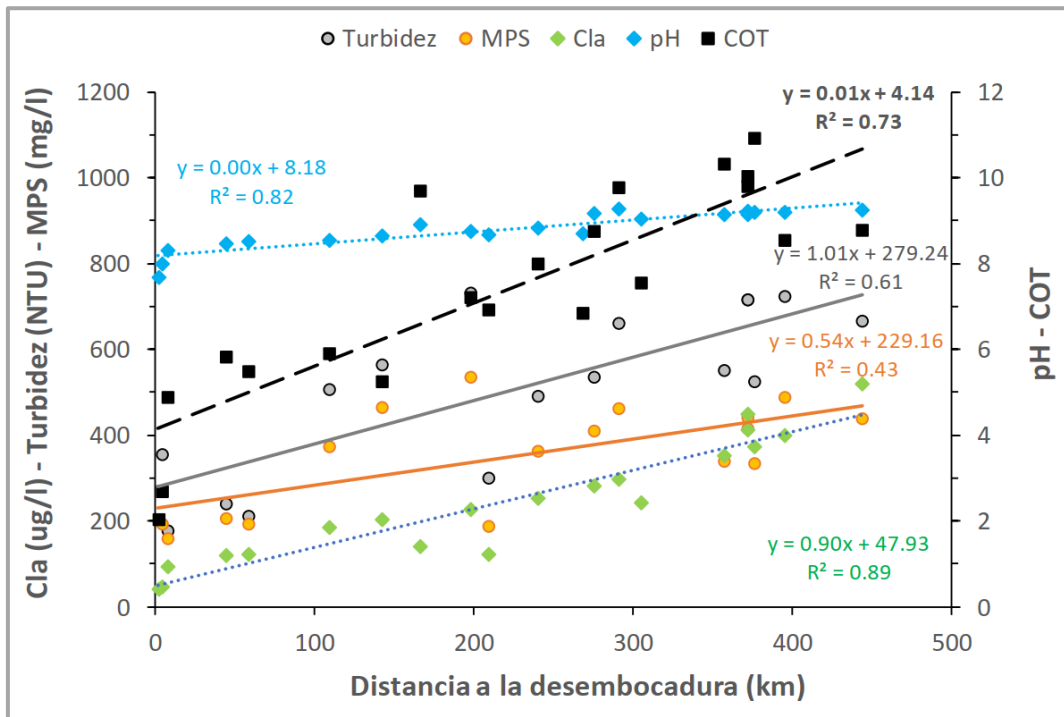


Figura B.1: Representación de resultados en función de la progresiva (Fuente: Colombo et al, 2018)

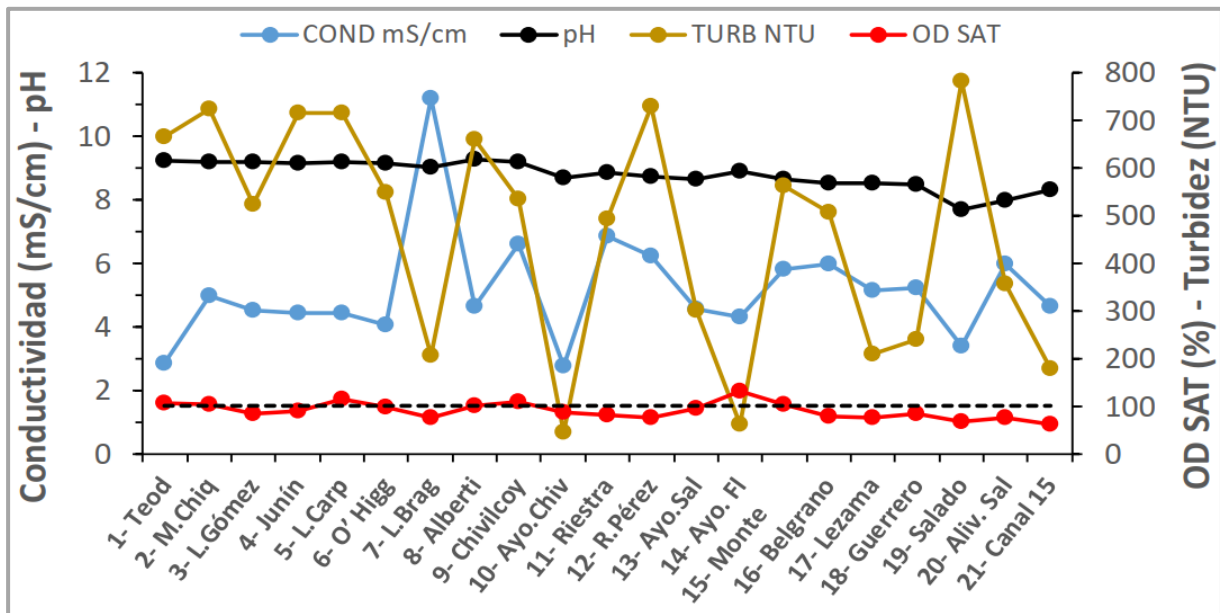


Figura B.2: Ejemplo de resultados en función de localidades entre cabecera y desembocadura

Se reitera que el armado de la recopilación y su expresión como línea de base debe ser inédito y bien organizado siguiendo la red de escurrimiento para su inmediata localización. El consultor dispondrá de 4 meses para la realización de esta tarea.

B.1.2 Análisis histórico y efectividades de Planes Maestros de la cuenca

Este estudio y posterior análisis de la efectividad de la Planes Maestros en la región completa del Río Salado es de extensión histórica, por lo tanto, debe iniciarse en el Siglo XX y debe extender hasta la actualidad.

En el plazo de tres meses el Proveedor deberá hacer una recopilación de la secuencia, obras asociadas ejecutadas y en ejecución, modificaciones y faltantes (obras no ejecutadas, discontinuadas) de todos los Planes Maestros que contaron con financiamiento y fueron progresando en el tiempo. No deberán incluirse aquellos planes que fueron enunciados o constituyeron alternativas a los finalmente llevados a cabo.

En cuanto al término “efectividad” se entiende por ello a la evaluación comparativa de la situación previa y posterior a la ejecución del Plan Maestro considerado, si se logró controlar situaciones de riesgo hidrológico y en qué grado. Este análisis se solicita sea efectuado en la forma más objetiva posible en función de la información recolectada.

B.1.3 Reconocimiento de repositorios institucionales y recopilación de metadatos

El Proveedor deberá identificar repositorios oficiales de información y confeccionar cuadros comparativos de los metadatos y colecciones ofrecidas. La búsqueda debe ser exhaustiva y completada a nivel internacional, nacional, provincial y municipal dentro del área de referencia completa del Río Salado. El consultor dispondrá de tres meses para la realización de esta actividad, conservando en su informe la fecha de consulta del repositorio.

Pueden citarse repositorios privados pertenecientes a asociaciones, ONGs y otros blogs de recursos, no omitiendo en ningún caso su procedencia, vigencia y una evaluación del grado de cobertura espacial y temporal del recurso.

B.1.4 Digesto de normativa de tipo ecohidrológica aplicables y en vigencia

De la misma manera que en el ítem anterior, la normativa debe ser recopilada en todas las jurisdicciones pertinentes, haciendo un análisis comparativo de las mismas.

Los textos, códigos y normas, entre otros, deben ser reunidos en un directorio por separado de los informes que no deben reproducir su contenido sino expresar sus alcances, superposiciones y vacíos legales en cuadros comparativos que indiquen claramente cuáles son las variables que forman parte del análisis. El informe deberá incluir conclusiones y síntesis de los análisis efectuados.

Esta tarea tiene un plazo de tres meses y debe ser provista en su versión final junto con la primera entrega cuatrimestral del presente trabajo de consultoría.

B.1.5 Identidad y trayectoria de los Comité de cuencas en la región del Río Salado

Valen los mismos requisitos que en los puntos anteriores. El Proveedor deberá realizar una identificación de los Comité de cuencas y analizar su trayectoria basándose en la información disponible de los últimos 50 años. Para ello realizará entrevistas, recopilación de crónicas y documentos emitidos, tratando en todos los casos de identificar y listar los principales actores de los comités de cuencas y las acciones desarrolladas en el período indicado.

Se dispondrá de dos meses para la realización de esta tarea.

B.2 INVENTARIO FÍSICO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

El inventario físico de la infraestructura se armará por separado del Banco Hidrológico (ítem 4) que sólo contendrá información hidrométrica y meteorológica orientada al seguimiento del balance hídrico regional.

La estructura del inventario de infraestructura y recursos hídricos debe ser compatible con los formatos de intercambio habituales en los sistemas de información geográfica, especialmente en formato .SHP.

A partir de este ítem todos los trabajos deberán estar comprendido en el área de referencia de la Etapa1, es decir, los 37.233 km² de la cuenca propia del río Salado.

Este inventario de infraestructura deberá contar como mínimo con la siguiente información:

- Hidráulica - Puentes y alcantarillas, canalizaciones, azudes, presas de derivación y de embalse.
- Geomorfológica - Modelos digitales de elevación (MDE), tales como las imágenes de radar SRTM o similares preexistentes en la región – Mapas de formaciones geológicas.
- Urbanización – Localidades, asentamientos - catastro e infraestructura de servicios.
- Transporte - Rutas nacionales, provinciales y red de caminos secundarios. Vías férreas.
- Mapas base - suelos, vegetación natural y cultivos.

B.2.1 Relevamiento de obras hidráulicas y recursos hídricos superficiales

Se trata de una de las tareas más relevantes del presente trabajo de consultoría. El Proveedor deberá para ello sustentar su trabajo accediendo a los archivos de la Dirección Provincial de Hidráulica (DPH) y de la Autoridad del Agua (ADA) a fin de tomar conocimiento y recopilar la información de Obras de conducción a cielo abierto y otras obras hidráulicas de magnitud. Cuenta con un plazo de 7 meses para completar esta actividad.

Deberá incluir en su relevamiento obras de desagüe pluvial urbano en todas las localidades (148 urbanizaciones) de la zona de trabajo establecida para la Etapa 1. En la figura B.3 se muestran esas localidades (triángulos rojos), la traza de canales (línea negra) y los tramos de cursos naturales (trazas celestes) en la cuenca propia del río Salado (en verde claro).

Todas las obras deberán ser inventariadas en base a planos según obra (en lo posible) y deben ser verificadas en campo. Para este trabajo se deberán consignar las dimensiones principales (anchos, longitudes, pendientes de los taludes y pendiente longitudinal por tramo).

El principal motivo para reunir esta información es poder contar información acerca de las conducciones a cielo abierto, la geometría de sus secciones transversales y las dimensiones básica para alimentar modelos de simulación hidrodinámica en una y dos dimensiones.

B.2.2 Relevamiento de la explotación del recurso hídrico subterráneo

Se trata de un relevamiento específico del uso del agua subterránea en forma esquemática para la cuenca propia del río Salado. El Consultor podrá usar para ello los archivos obrantes en la ADA, en las Asociaciones de productores, repositorio de Aguas Bonaerenses SA (ABSA), y censos de pozos de estudios hidrogeológicos.

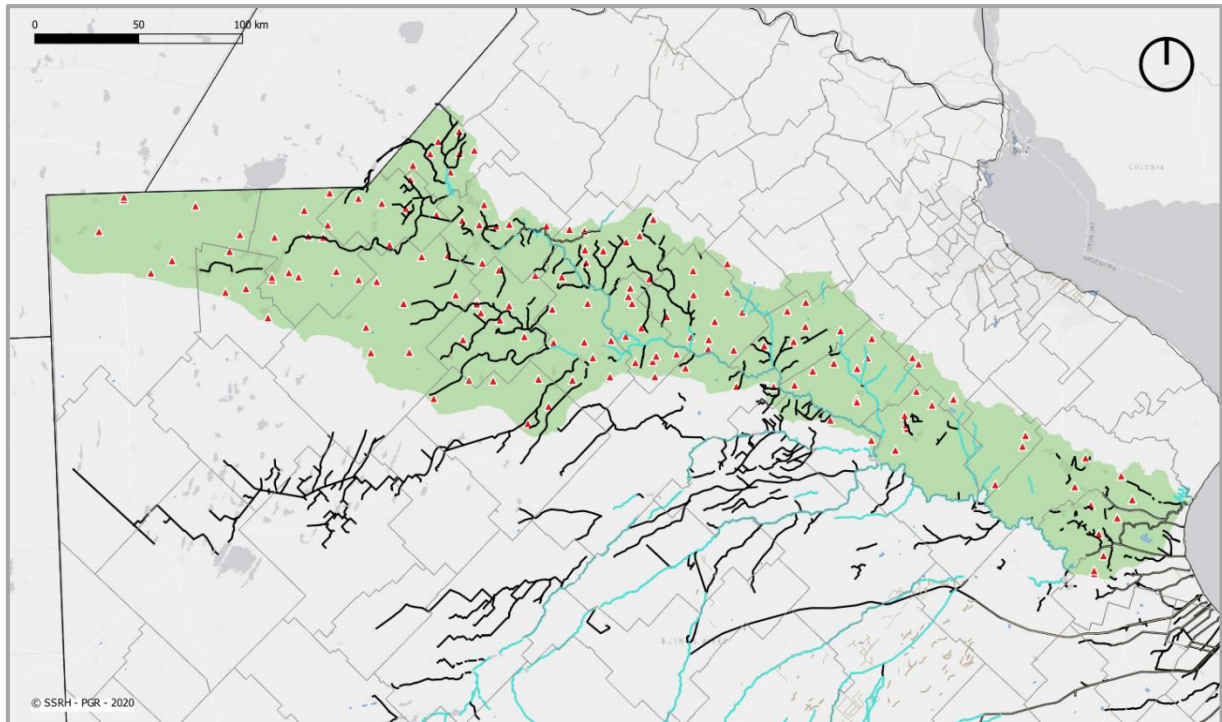


Figura B.3: Localidades, cursos naturales y canales en la cuenca propia del río Salado

El conocimiento hidrogeológico de la región debe ser sistematizado e incluido en las capas de información haciendo uso del Mapa hidrogeológico oficial de la Provincia de Buenos Aires (ADA y UNLP), en el repositorio del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), el EASNE (Estudio de Aguas subterráneas del NE de la PBA)¹⁰, entre otras fuentes de antecedentes.

La reunión de diversas fuentes de información referida a formaciones acuíferas debe ser comparada para lograr unicidad en las denominaciones, descripción de sus principales características (espesores, mapas de isótopos de techo y piso del acuífero, etc.), referencias al rango de variación sus principales parámetros hidrogeológicos (Transmisividad y coeficiente de almacenamiento) y caudales de explotación.

El Proveedor dispone de uno de los plazos más extensos (6 meses) de todo el trabajo por conocimiento de las dificultades que puede enfrentar para compilar información coherente en la zona bajo estudio.

B.2.3 Identificación y análisis de proyectos en ejecución y a ejecutar

En este ítem se hace referencia a las obras hidráulicas de superficie en ejecución y las previstas para desarrollar en el mediano plazo. Se trata de recopilar no sólo las obras de dragado, canalización o presas de regulación que ejecute la PBA sino que la búsqueda se amplía a la carpeta de obras y/o proyectos promocionadas por los comité de cuencas, los municipios y los consorcios de particulares involucrados en la zona de trabajo.

El plazo de 5 meses para esta tarea habilita a la construcción de un listado exhaustivo de todos los proyectos aprobados o no por los órganos de control (ADA y DPH). No es intención llegar a una escala equivalente a la de un micro desagüe de un barrio en comparación con los 37.322 km² a cubrir en el relevamiento. Pero sí poder contar (como en el ítem 2.1) de las

¹⁰ Sala, Hernández et al (1993); "Contribución al mapa geohidrológico de la provincia de Buenos Aires Zona Noreste", informe para el Consejo Federal de Inversiones (CFI). Consultado en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/65650/Zona_Noreste.pdf (diciembre de 2020).

principales características de las obras que pueden ser susceptibles de integrar un modelo de simulación hidrodinámico a escala regional. Ese es el objetivo principal de este inventario.

Finalmente, se hará también un aparte de la documentación que pueda recopilarse de obras clandestinas, en especial, de canalizaciones y en forma complementaria con la detección de estos hechos en el terreno con el levantamiento planialtimétrico del ítem 3 (vuelo LIDAR).

B.2.4 Compilación de infraestructura urbana y de transporte

La complejidad de la infraestructura urbana en la cuenca propia del río Salado no es comparable con la correspondiente a la red vial y ferroviaria. Los distintos tramos de la obra de dragado y adecuación de puentes es sólo una mínima parte de lo expuesto. En la siguiente figura puede apreciarse la densidad de caminos y vías que se interponen (y endican en su mayoría) a un escurrimiento general y originalmente comprometido en un ámbito de llanura:

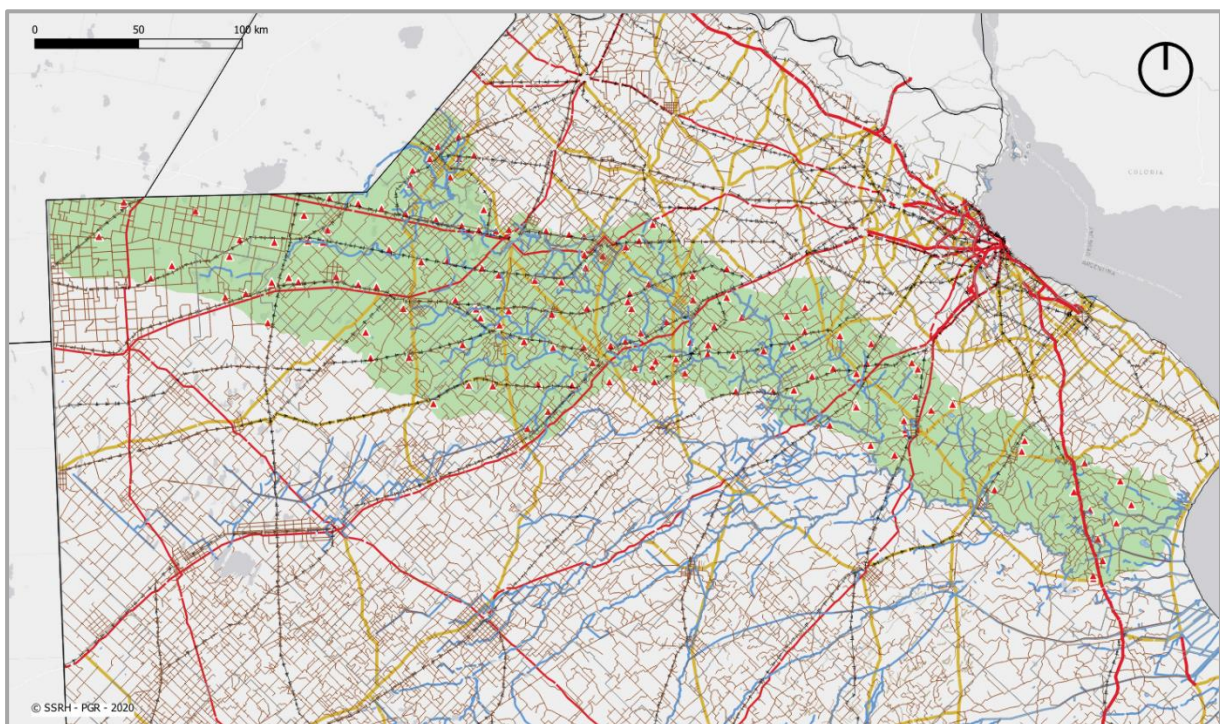


Figura B.4: superposición de la red vial y ferroviaria en la zona bajo estudio.

El entramado de autopistas, rutas y caminos vecinales o secundarios es realmente muy complejo por lo que deberá ponerse énfasis en la consulta de los inventarios de puentes y alcantarillas de la Dirección Provincial de Vialidad (DPV) y de completar/complementar esta información con los reconocimientos de campo y las restituciones topográficas previstas también en este trabajo de consultoría. El plazo disponible es de 5 meses.

B.2.5 Sistematización de la información y compatibilidad con IDEBA

Para la entrega final de toda esta documentación (segundo informe cuatrimestral) se debe realizar en 5 meses una sistematización de los datos recopilados y los generados en todo este ítem 2 para que se cumpla la compatibilidad con los requisitos del Acta de adhesión a IDEBA (Infraestructura de datos espaciales de la PBA)¹¹.

¹¹ <https://ideba.gba.gob.ar/es/como-adherirte-ideba> (consultado en diciembre de 2020).

B.3 LEVANTAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LA REGIÓN GLOBAL DEL RÍO SALADO

La restitución topográfica se desarrollará en la región correspondiente a la cuenca propia del río Salado, Etapa 1 del proyecto GIRS – Herramientas con 37.322 km² de extensión. Por las características y dimensiones de la zona a relevar, se especifica como metodología base un vuelo de tipo LIDAR (Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) en su modalidad con dispositivo aerotransportado.

B.3.1 Construcción de una red de apoyo en base a la información preexistente

El marco de referencia para la construcción del MDT será con coordenadas geodésicas que estarán expresadas en el sistema oficial POSGAR07 (proyección Gauss-Krüger, faja 5 de la República Argentina, EPSG 5347). Las alturas físicas deberán referirse al nuevo Sistema de Referencia Vertical Nacional 2016 (SRVN16) materializado por la red altimétrica del IGN (Instituto Geográfico Nacional). El modelo de geoide que debe ser utilizado es el GEOIDE-AR16 del IGN. Con referencia a los puntos de nivelación de alta precisión del IGN se cuenta con una red lo suficientemente densa como para programar el apoyo al vuelo LIDAR y a los dos sensores que operan en simultáneo (escáner laser y cámara fotográfica). Una primera aproximación a este tema se puede visualizar en las siguientes imágenes:

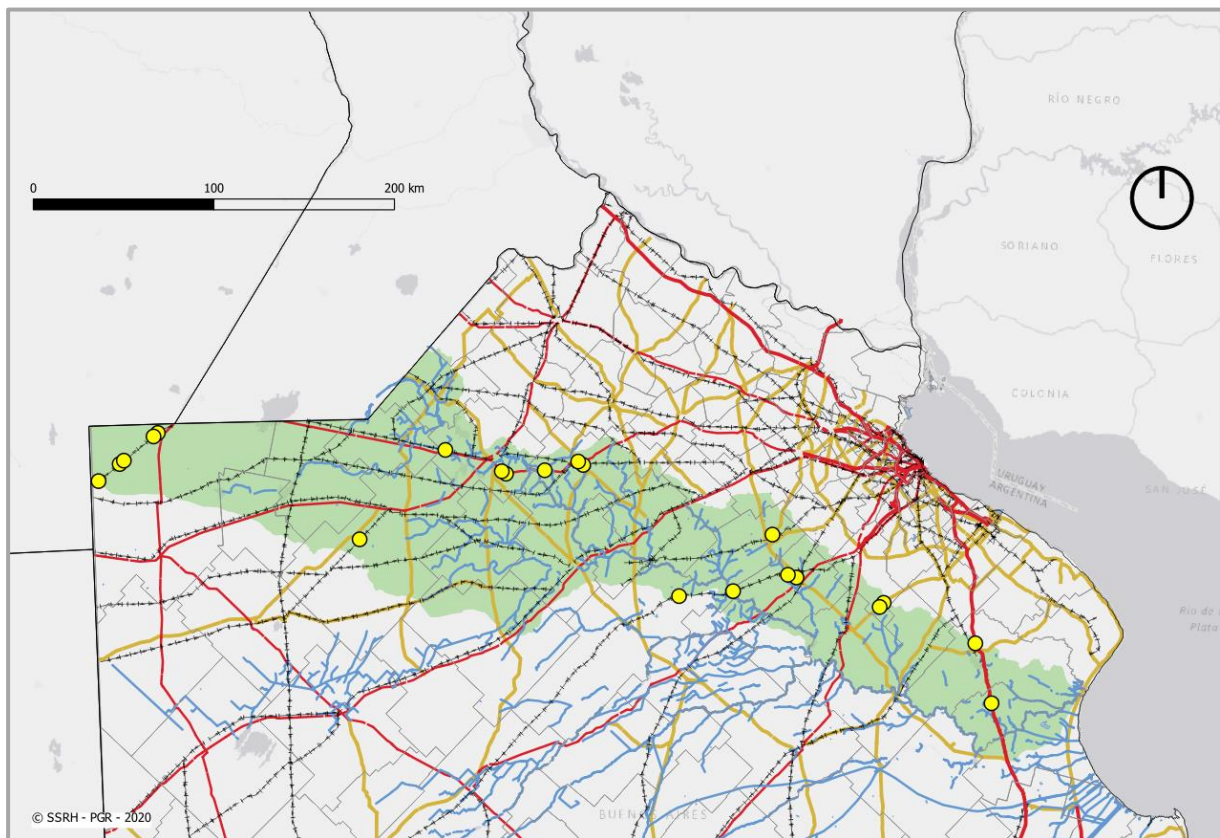


Figura B.5: Mojones NAP del IGN en la cuenca propia del río Salado

En la cuenca propia del río Salado se ubican 21 puntos de nivelación de alta precisión del IGN con precisión de coordenadas inferiores a los 5 cm y son acompañados por 473 mojones de alta nivelación con precisión mayor a 5 cm, 443 mojones de precisión y 504 mojones de nivelación topográfica, totalizando así una red de 1441 mojones susceptibles de servir de apoyo al vuelo LIDAR.

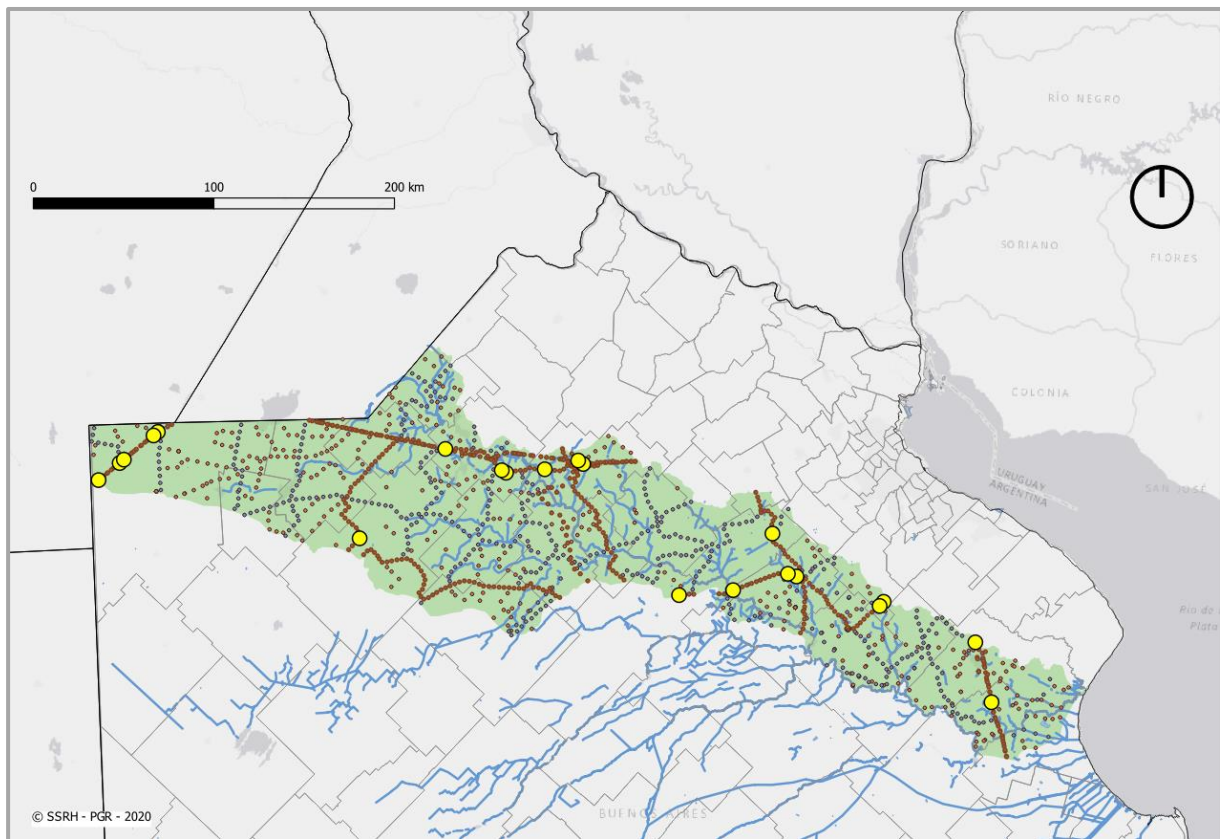


Figura B.6: Red de nivelación del IGN en la cuenca propia del RS.

El Consultor deber presentar a la Supervisión del proyecto un plan de apoyo tanto para el vuelo como para el mosaico fotogramétrico antes de realizar el vuelo para su aprobación.

Se cuenta con un plazo de tres meses para ejecutar esta tarea y entregarla en conjunto con el primer informe cuatrimestral.

B.3.2 Relevamiento regional para la obtención de un modelo digital del terreno (MDT)

Las actividades preliminares incluirán el estudio de los antecedentes locales de otros relevamientos, la recopilación y análisis de la documentación geodésica y cartográfica prexistente para la zona de estudio como, por ejemplo:

- Cartografía publicada por el IGN¹² para la zona bajo estudio (cuenca propia del río Salado) en escala 1:50.000.
- Información de la red geodésica urbana y rural de la Dirección de Geodesia (sistema geoBASig)¹³ y ARBA¹⁴ de la PBA.
- Puntos fijos de la red de nivelación de Alta precisión del IGN en las provincias de Buenos Aires.
- Modelos prexistentes de transformación de alturas elipsoidales en cotas desarrollados en el área del proyecto.

¹² Instituto Geográfico Nacional (IGN) - <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/ProduccionCartografica/productos-cartograficos> (consultado en diciembre de 2020).

¹³ <https://softwarepublico.gba.gob.ar/catalogo-de-software-provincial>

¹⁴ ARBA - <https://carto.arba.gov.ar/cartoArba/> (consultado en noviembre de 2020)

A partir de la documentación recopilada, de su análisis y del reconocimiento del área, se decidirá la ubicación de la/las estación/es base para el apoyo al vuelo LIDAR. Así, la información seleccionada para el relevamiento debe ser volcada en una memoria descriptiva para la aprobación previa de su uso por parte de la Supervisión del proyecto (ver ítem anterior).

Los vuelos que se programen deberán ser informados a la Supervisión del proyecto con suficiente antelación como poder llevar adelante los controles de trabajo en campo (mínimo una semana antes de la fecha probable de vuelo).

Todos los vuelos que se realicen deberán contar con los permisos correspondientes (Fuerza aérea y organismos provinciales reguladores de esta actividad).

El relevamiento planialtimétrico con LIDAR deberá ser llevado a cabo en simultáneo con una cámara fotogramétrica integrada al equipamiento. Esta condición se establece para asegurar la temporalidad de los datos de manera tal que los puntos de la nube LIDAR y las ortofotos se correspondan perfectamente, dado que fueron realizadas en un mismo vuelo. La integración aludida debe ser tal que la cámara fotogramétrica se encuentre sincronizada con el sistema de navegación del equipo LIDAR, el cual registra el instante de la toma de cada foto en la misma escala de tiempo que el relevamiento, obteniendo así las coordenadas del centro de proyección de cada toma con igual precisión que la nube de puntos.

Como es habitual en este tipo de relevamientos, el sistema de navegación del dispositivo LIDAR debe estar comandado por un receptor GNSS y antena en conjunto con una unidad inercial (IMU: Inertial Measurement Unit). En simultáneo, el vuelo deberá estar apoyado con GNSS desde tierra, para garantizar el posterior procesamiento en modalidad cinemática. Todos los receptores GNSS y sus antenas deben ser geodésicos y de al menos 2 frecuencias (L1 y L2), como se indicó en el punto anterior. Con este procedimiento se debe garantizar la precisión centimétrica de la posición del vehículo que transporte al equipamiento LIDAR.

Las trayectorias del vuelo deberán ser planificadas y presentadas a la Supervisión del proyecto con anterioridad al vuelo, debiendo garantizar que en ningún momento se superará una distancia de 50 Km entre el vehículo de transporte y las bases de apoyo. La superposición de pasadas adyacentes dependerá de la tecnología utilizada, pero tendrán como mínimo un solape equivalente al 5% del ancho de la franja del relevamiento.

La metodología de la tecnología que se utilice para el relevamiento LIDAR deberá estar orientada a generar con alta calidad los siguientes 5 productos básicos:

1. Una nube de puntos completa en 3D y clasificada en formato GEOTIFF y LAS. La densidad promedio de los puntos sobre el terreno natural (capa ground) no será menor a 5 pts/m² (5 puntos por metro cuadrado).
2. Mosaico fotogramétrico ortorectificado y fotoíndice. El tamaño de píxel de las imágenes fotográficas será igual o menor a 0,15 m. La calidad geométrica de las fotografías será la compatible con el tamaño de píxel correspondiente.
3. Modelo Digital de Terreno (MDT) con calidad vertical y horizontal mejor ó igual a 0,20 m. El MDT será representado por una grilla de 5 m x 5 m (resolución en sectores urbanizados) y otra de 50 m x 50 m (resolución en la escala rural).
4. Curvas de nivel cada 1 m. Líneas principales cada 5 m.
5. Vectorización de hechos existentes (formato SHP): manzanas en zonas urbanas, edificaciones en zonas rurales, ejes y anchos de calzadas de rutas principales y caminos secundarios, cursos y espejos de agua, obras hidráulicas (canales, diques, azudes, etc.), puentes y alcantarillas sobre rutas principales nacionales y provinciales.

El Proveedor tendrá un plazo de 7 meses para efectuar la totalidad del relevamiento de los 37.233 km² de la cuenca propia del Río Salado. Al finalizar el cuarto mes del cronograma global hará entrega parcial de los resultados a fin de ir adelantando la revisión del producto por parte de la Supervisión del proyecto.

B.3.3 Modelación de la transformación geoespacial en la región del Río Salado

Como ya se adelantó todas las cotas del relevamiento LIDAR deben estar referidas al Marco de Referencia Vertical Nacional 2016 (SRVN16) materializado por la red altimétrica del IGN. Para lograr esto es necesario aplicar un modelo de transformación de alturas ya que todos los relevamientos (tanto del vuelo como los terrestres) se realizan con receptores GNSS que producen alturas elipsoidales (h).

En este trabajo se adoptará el modelo GEOIDE-Ar16 del IGN para transformar las alturas elipsoidales en cotas o alturas físicas ortométricas (H). Básicamente, los modelos de geoida brindan valores de la variable denominada Ondulación geoidal (N) sobre una grilla continua (normalmente disponible como una imagen conformada por una matriz de píxeles o ráster).

Los valores de las cotas pueden obtenerse de forma muy simple restando a la altura elipsoidal el valor de ondulación geoidal dado por el modelo de transformación ($H = h - N$). En la Figura B.7 se han representado isolíneas de valores de N dentro de la zona de trabajo. La ondulación geoidal es muy suave y fluctúa entre valores comprendidos en el rango [16;19,5] metros dentro de los límites de cuenca propia del RS.

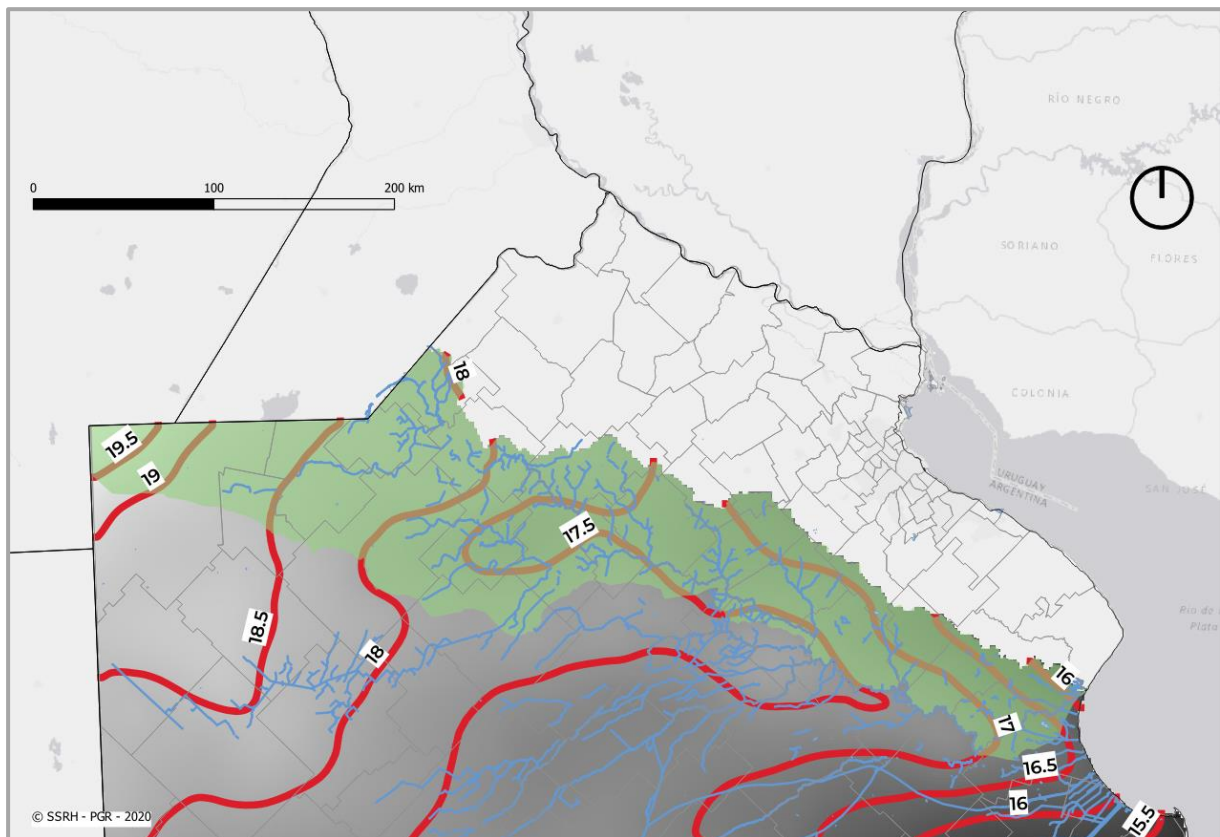


Figura B.7: Modelo GEOIDE-Ar16 en la región de referencia del Río Salado

El consultor dispone de 4 meses para usar esta metodología y hacer las comprobaciones de campo pertinentes.

B.3.4 Producción de la cartografía digital en base SIG

Para la elaboración de la cartografía digital solicitada en el plazo de 4 meses, se realizará la vectorización a partir de la nube LiDAR y del mosaico fotográfico aéreo, identificándose todos los detalles del terreno, como ser: cursos y espejos de agua, rutas, construcciones, manzanas establecidas, etc.

Para la generación del mosaico ortofotogramétrico se capturarán imágenes de manera simultánea al relevamiento LiDAR. Las imágenes se en formato ECW, sin compresión, de manera de conservar la máxima calidad posible, obteniendo una resolución espacial de 0,15 m por píxel.

Se entiende por ortofoto a las imágenes resultantes del procesamiento de rectificación diferencial. Este proceso consiste en corregir las imágenes para proyectarlas sobre un plano utilizando una proyección cilíndrica ortogonal, a partir de las orientaciones obtenidas como resultado de la aerotriangulación y el MDT; es decir que las imágenes resultantes tienen calidad submétrica, al igual que se tratara de una carta.

Debido a posibles diferentes condiciones de luminosidad a través del desarrollo del vuelo y ruido en la captura de las imágenes, estas suelen presentar diferencias de color o brillo. Para salvar esto se deberá realizar una corrección radiométrica de las imágenes, de manera de homogeneizar el rango de brillo, contraste y color para obtener un mosaico continuo en su color. Este procesamiento se realizará utilizando software especializado para la edición de fotografías aéreas y satelitales.

Otra corrección que se debe realizar es la aerotriangulación que tiene por objetivo calcular la correcta orientación de las imágenes digitales para su posterior utilización en la generación de ortofotos que integran cada uno de los productos cartográficos para el presente trabajo.

A partir de la trayectoria obtenida en el procesamiento y los tiempos de toma de cada fotografía se obtienen los parámetros de orientación de cada toma con una precisión de pocos centímetros. A pesar de que esta forma de georreferenciación es muy precisa, pueden existir discontinuidades entre las imágenes debido a los errores presentes en la trayectoria, ángulos de orientación de la imagen y tiempo de la toma.

Para compensar estos errores y salvar la discontinuidad entre las imágenes se realizará un proceso de aerotriangulación por haces de rayos. Este modelo matemático permite la incorporación de una gran variedad de parámetros al ajuste, como la información de la orientación de las imágenes, el tiempo de la toma, coordenadas de los puntos fijos de apoyo (PAF) y parámetros de calibración de la cámara. Una vez resuelta la aerotriangulación se obtienen los valores para todos los parámetros mencionados que minimizan el error cuadrático medio; de esta manera se eliminan errores residuales de calibración y de trayectoria, obteniéndose un producto de calidad superior.

En cuanto a los PAF, serán elegidos de acuerdo con el área a cubrir por cada vuelo y su planificación diaria. Para ello se requiere colocar marcas en caminos o utilizar su señalización horizontal si se encuentra nítida, muros de ala de alcantarillas, puentes, etc. Si fuera necesario se aconseja dejar marcas de pintura acordes para una perfecta visualización a partir de la definición de la altura del vuelo planificado.

Finalmente, se confeccionará un Fotoíndice correspondiente al mosaico ortorectificado y al MDT, en formato KMZ.

Los productos que se deberán entregar serán los siguientes:

- Modelo Digital de Terreno (MDT) con calidad vertical y horizontal mejor ó igual a 0.20 m. El MDT será representado por una grilla de 5 m x 5 m y otra de 50 m

x 50 m. Formato TIFF e IMG. El MDT incluirá al menos la siguiente información en cada punto: coordenadas horizontales, altura elipsoidal y altura SRVN16.

- Las curvas de nivel cada 1 m en formato SHP. Líneas principales cada 5 m.
- Nube de puntos 3D completa y clasificada en formato GEOTIFF / LAS. La densidad de los puntos de tierra (ground) no será menor a 5 pts/m². La nube incluirá al menos la siguiente información en cada punto: coordenadas horizontales, altura elipsoidal y altura SRVN16.
- Mosaico fotogramétrico ortorectificado y el fotoíndice correspondiente. El tamaño de píxel de las imágenes fotográficas será igual o menor a 0,15 m. La calidad geométrica de las fotografías será la compatible con el tamaño de píxel correspondiente. El mosaico ortorectificado se entregará en formato ECW sin compresión y archivos EWW. El fotoíndice en formato KML.
- Vectorización de hechos existentes (formato SHP), incluyendo como mínimo manzanas en zonas urbanas, edificaciones en zonas rurales, ejes y anchos de calzadas de rutas principales y caminos secundarios, cursos y espejos de agua, obras hidráulicas (canales, diques, azudes, etc.), puentes y alcantarillas sobre rutas principales nacionales y provinciales.
- Parámetros del vuelo, dependiendo de la tecnología utilizada.
- Solicitud y aprobación de los permisos de vuelo fotográfico/LiDAR.
- Archivos que contengan las trayectorias planificadas del vuelo.
- Archivos que contengan las trayectorias finales del vuelo.
- Archivos RINEX de las mediciones GNSS y las planillas de observación correspondientes al apoyo de los vuelos y puntos de control.
- Monografía con fotografías de las ocupaciones GNSS en tierra en formato JPG.
- Informe Final. El mismo incluirá al menos, una descripción de las tareas de campo, del procesamiento realizado, el análisis de precisiones y un detalle de los resultados. Los últimos deben incluir explícitamente la evaluación de la calidad de los productos entregados.
- Documentación digital: será entregada en discos externos de capacidad mínima de 1 Tbye. Los distintos productos serán organizados en directorios por separado y en cada carpeta se deberá incluir un archivo que contenga una tabla con una identificación del producto, ruta de acceso y nombre específico del archivo, descripción del contenido. Todos los archivos deberán ser compatibles con el sistema QGIS de intercambio universal de información.

B.3.5 Campañas de levantamiento in situ para verificación del modelo regional

Para el correcto ajuste geométrico de la nube LiDAR se procederá de la siguiente forma: a partir del patrón de vuelo realizado y procedimientos estandarizados se obtienen parámetros de calibración que son aplicados al procesamiento de las nubes de puntos; por otro lado, una vez realizado el vuelo en la zona del relevamiento, se procede al ajuste de las trayectorias mediante software específico de cada equipo para eliminar efectos residuales de la calibración inicial y compensar los errores provenientes del cálculo de la trayectoria, haciendo que todas las pasadas conformen un bloque homogéneo de puntos.

En un segundo paso se procederá a obtener las coordenadas definitivas del MDT en el marco de referencia POSGAR2007 y las alturas ortométricas (mediante el GEOIDE-Ar16 del IGN) o cotas en el sistema SRVN16. El mismo procedimiento se utilizará para las observaciones realizadas en los puntos de control.

A partir de la información LiDAR ajustada se generará un modelo del terreno, siempre tomando como referencia los datos propios de las imágenes aéreas capturadas en simultáneo al relevamiento LiDAR. A los fines de garantizar un modelo con las precisiones requeridas, se realizará la edición de la nube de puntos, filtrando aquellos puntos que no corresponden al terreno natural, y procediendo a la clasificación semiautomática de los puntos relevantes, como terreno natural, vegetación, edificaciones, etc. Luego se identificarán los puntos que determinan los quiebres del terreno, y a partir de ellos se generará una superficie que será exportada en formato de grilla.

EL MDT resultante de la nube de puntos LIDAR será evaluado a partir de puntos de control determinados con GNSS geodésico en modo relativo. El número de puntos de control y su distribución geográfica deben permitir realizar una evaluación estadísticamente consistente. Como se especificó en el punto anterior, esto significa que el error promedio (medido como desvíos entre los puntos de la nube LIDAR y los puntos de control) debe ser inferior a 10 cm para más del 85% de las posiciones donde se realice esta comparación.

El Proveedor de este servicio tiene un plazo de cuatro meses para verificar las precisiones del apoyo planificado.

B.4 BANCO DE DATOS HIDROLÓGICOS ORIENTADO AL BALANCE HÍDRICO REGIONAL

El banco de datos hidrológico deberá contar como mínimo con la siguiente información:

- Meteorológica - Datos de estaciones meteorológicas, de organismos públicos o entidades privadas.
- Hidrológica - Datos hidrométricos (niveles y aforos líquidos, etc.).
- Red Hídrica - escurrimientos y almacenamientos superficiales.
- Mapas de inundación / humedad del suelo – en base a imágenes de sensores remotos.

El Proveedor dispone de cuatro meses para recopilar este tipo de información de los repositorios institucionales y de los archivos hidrológicos de la DPH y ADA. La entrega de la información coincidirá con el primer informe cuatrimestral. Luego dispondrá de cuatro meses más hasta la segunda entrega programada para presentar las elaboraciones que se especifican en los siguientes puntos. El área de trabajo es la correspondiente a la Etapa 1 (cuenca propia del Río Salado) sin perjuicio de incorporar datos o elaborados en regiones anexas si se dispone de ella. El caso típico es le récord de estaciones pluviométricas y/o meteorológicas que caen fuera de los límites de la zona de trabajo, pero son consideradas a los efectos de estimar valores medios regionales de dichas variables.

B.4.1 Compilación de datos hidrológicos en fuentes externas

Este ítem se refiere a la recopilación de datos oficiales nacionales tales como, por ejemplo, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Sistema Nacional de Información Hídrica de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica. Asimismo, se deberá investigar por la posibilidad de recopilación de datos de entidades privadas tales como asociaciones de productores, ONGs, entre otros. En el plazo de cuatro meses el Proveedor deberá constituir una base de datos propia con soporte SIG en capas temáticas con tablas de atributos exportables a planillas de cálculo donde se puedan visualizar las series temporales de las variables reunidas.

B.4.2 Recopilación y análisis de datos de archivo de las reparticiones de la PBA

De la misma manera que en el ítem anterior se deberán consultar los archivos de las reparticiones públicas provinciales, principalmente la DPH y la ADA. Otras fuentes de información como la proveniente del sistema científico tales como los Centros de Investigación de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la PBA, y las Universidades con asiento en territorio bonaerense no deben ser descartadas. El mismo procedimiento será ejecutado en un período de cuatro meses.

B.4.3 Procesamiento de la información básica para el balance hídrico regional

El proceso de compilación no sólo consistirá en la construcción del banco de datos, además deberán procesarse los mismos para detectar períodos de faltantes, datos con errores, controles de rango lógico de cada variable (ejemplo, valores negativos). Del resultado de este análisis deben surgir las orientaciones para las próximas búsquedas de tal forma de lograr que todas las variables tengan en lo posible una distribución homogénea en el territorio y con continuidad temporal en los períodos analizados. El reporte de estas circunstancias deberá ser adelantados a la Supervisión del proyecto a partir del tercer mes del plazo, con una entrega parcial de resultados en oportunidad de la presentación del primer informe cuatrimestral. El plazo total para esta encomienda es de seis meses.

En el procesamiento de esta información básica el Proveedor deberá elaborar estimaciones de la evapotranspiración de referencia (ET_o) de acuerdo a la metodología de la FAO. En ese trabajo se deberán considerar datos de temperatura, humedad relativa, radiación global y/o heliofanía, datos de intensidad del viento y en lo posible un contraste con la evaporación directa desde tanque.

Otra de las series temporales de ingreso a la ecuación del balance hídrico con paso diario serán las precipitaciones en la cuenca. En el conjunto también se deberán contemplar datos de aforos, leyes altura-caudal y registros limnigráficos para armar las series temporales de caudales medios diarios en puntos de control sobre el curso principal del río Salado.

El esquema del balance, expresado como una ecuación de continuidad de series de tiempo, tendrá la siguiente estructura:

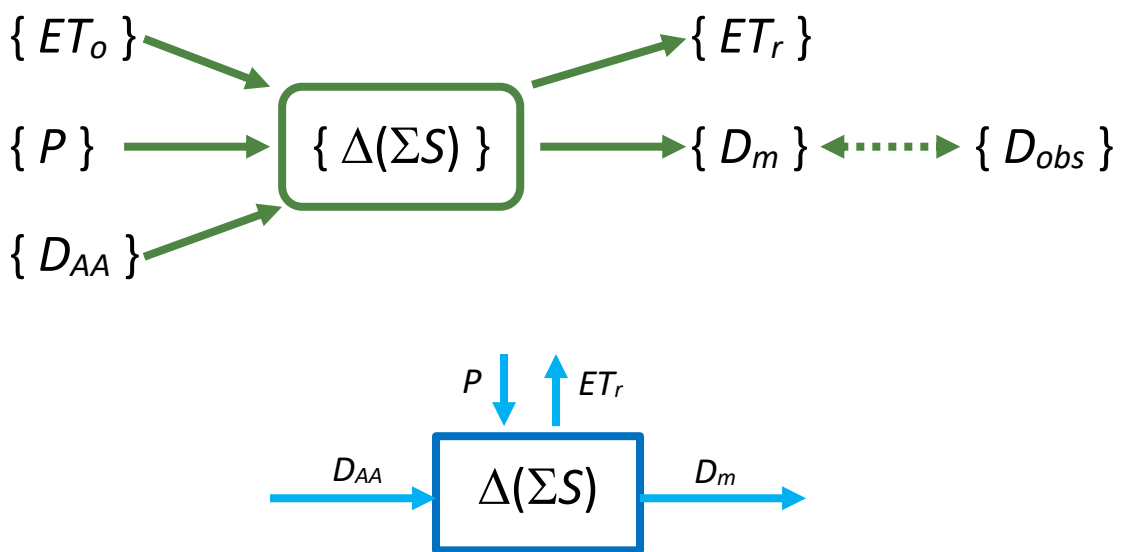


Figura B.8: Modelo conceptual de balance hídrico diario a desarrollar

El modelo de balance diario que se deberá aplicar a la cuenca del río Salado se compone entonces de dos series temporales de variables de origen atmosférico (ET_o y P) y dos series de caudales (convertidos en derrames superficiales dividiendo por el área de la cuenca involucrada) correspondientes a los derrames provenientes de aguas arriba de la sección de control (D_{AA}) y a los registros observados en exutorio de la cuenca (D_{obs}). Las tres primeras series temporales ingresan al balance como dato primario y la última $\{D_{obs}\}$ se utiliza como contraste para la calibración del modelo.

Por lo tanto, en el corazón del balance hídrico planteado (diagrama inferior de la Figura B.5), la expresión $\Delta(\Sigma S)$ representa la variación de la suma dinámica de todos los almacenamientos en juego, alimentados básicamente por la precipitación más los derrames provenientes de aguas arriba y regulados por las salidas en forma de evapotranspiración real y el derrame superficial.

Las ecuaciones básicas que rigen el modelo de balance representan a un sistema acoplado de almacenamientos (como reservorios en cascada, Figura B.9) que simulan los siguientes procesos dentro del sistema: un primer reservorio (S_1) que representa el agua almacenada en el suelo, un segundo almacenamiento (S_2) que simboliza el agua en superficie susceptible de transformarse en escorrentía o flujo directo al vencer el umbral de una retención inicial, una tercera reserva de agua (S_3) que se corresponde con el almacenamiento subterráneo

alimentador del flujo base y un cuarto volumen de agua (S_4) que se alimenta de los dos anteriores y del flujo proveniente de aguas arriba, cumpliendo con el traslado hidrodinámico (flood routing) de los excedentes superficiales hacia el exutorio de la cuenca.

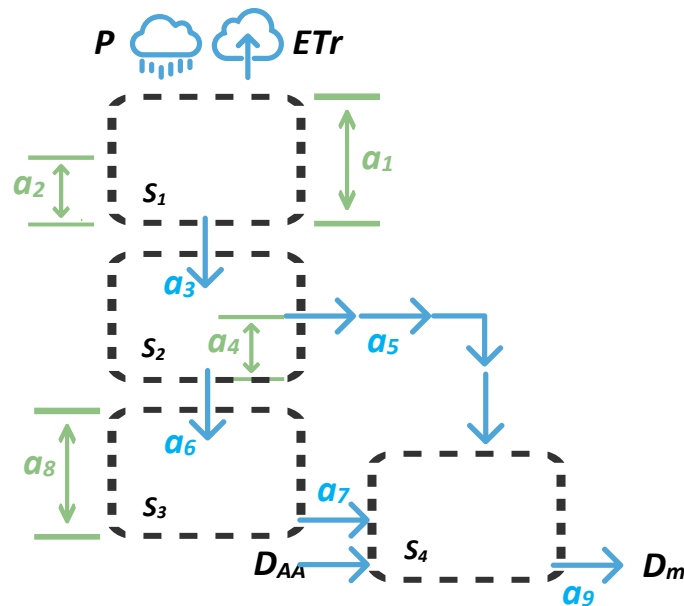


Figura B.9: Estructura del modelo de embalses en cascada

En el conjunto de ecuaciones del modelo los coeficientes a_i ($i = 1, 2, \dots, 9$) son los parámetros de calibración que se ajustan para lograr el mejor acuerdo posible entre los caudales observados con los caudales medios estimados por el modelo.

La preferencia de un modelo en bloque a uno distribuido sólo debe darse si no se encuentra un conjunto robusto de estaciones de medición de precipitaciones en las distintas subcuencas de la región, caso que se anticipa como poco probable en el área bajo estudio. Alternativamente, un modelo compacto bien calibrado puede usarse luego por analogía y poder relacionar así parámetros regionales de otras cuencas del sistema¹⁵.

Por otro lado, también debe necesariamente adoptarse valores iniciales de los almacenamientos que definen el estado en cada reservorio de la Figura B.9 para poder proceder con el balance. Afortunadamente en un proceso de paso diario esta asignación de valores iniciales pierde significancia al cabo de unos pocos ciclos de avance en el cálculo y puede ser interpretado como un período de “calentamiento” previo del modelo antes de la simulación.

Para estimar estos parámetros se podrán utilizar algoritmos de optimización restringida a los rangos prácticos de cada parámetro de calibración, y utilizando como función objetivo el índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe¹⁶ o los criterios desarrollados por H. Gupta y otros¹⁷, para evaluar el desempeño del modelo. Los índices de eficiencia a utilizar serán entonces (subíndices \underline{o} y \underline{m} , significan \underline{o} bservado y \underline{m} odelo, respectivamente):

¹⁵ Kling, H. y Gupta, H. (2009); “On the development of regionalization relationships for lumped watershed models: The impact of ignoring sub-basin scale variability”; Journal of Hydrology, V373, pág. 337-351.

¹⁶ Nash J. E. y Sutcliffe J.V. (1970); “River flow forecasting through conceptual models”, Journal of Hydrology, V10, pág. 282-290.

¹⁷ Gupta, H. V., Kling, H., Yilmaz, K. K., & Martinez, G. F. (2009). Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling. Journal of Hydrology, 377(1-2), 80-91. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.08.003>

Error medio cuadrático:
$$EMC = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Q_{m,t} - Q_{o,t})^2 \quad [1]$$

Coefficiente lineal de correlación:
$$\rho = \frac{Cov(Q_{m,t} - Q_{o,t})}{\sigma_{Q_m} \sigma_{Q_o}} \quad [2]$$

Variabilidad relativa:
$$\alpha = \frac{\sigma_{Q_m}}{\sigma_{Q_o}} \quad [3]$$

Sesgo de la media:
$$\beta = \frac{\mu_{Q_m}}{\mu_{Q_o}} \quad [4]$$

Índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe:
$$NSE = 1 - \frac{EMC}{\sigma_{Q_o}^2} \quad [5]$$

Índice de eficiencia de Kling-Gupta:
$$KGE = 1 - \sqrt{(\rho - 1)^2 + (\alpha - 1)^2 + (\beta - 1)^2} \quad [6]$$

Cualquier sea el modelo de balance utilizado deberá medirse su desempeño a través de los índices indicados en las ecuaciones [1] a [6]. El Consultor cuenta con un plazo de 6 meses para presentar los resultados del balance regional.

B.4.4 Análisis de ciclos consecutivos de déficit y superávit hídrico históricos

Con los modelos ajustados en el paso anterior, el Proveedor deberá identificar, rellenar y trabajar las series de tiempo de todas las variables hidrológicas de superficie junto con los indicadores de fluctuaciones de niveles freáticos y/o piezométricos que permitan identificar períodos de déficit o de exceso hídrico regionales.

El objetivo de este trabajo es identificar estos períodos extremos y caracterizarlos para poder compararlo luego con las imágenes contemporáneas de sensores remotos (manchas de inundación, reflectividad que acuse falta de piso, etc.).

Para desarrollar el mismo el Proveedor dispone de un plazo de 4 meses en simultáneo con lo especificado en el punto siguiente que permitirá realizar el contraste mencionado. Como todo este ítem, la información reunida y procesada deber entregarse en soporte SIG y en formatos compatibles con programa estadísticos que manejen series de tiempo tal como el software libre GRETL¹⁸.

B.4.5 Recopilación de imágenes de sensores remotos en hitos detectados

Con referencia a la inclusión de imágenes de sensores remotos, se efectuará una recopilación seriada abarcando las últimas dos décadas de los siguientes productos:

- MODIS (Aqua/Terra) - Tipo de imagen: óptica - Periodicidad: diaria - Disponibilidad: desde principio de 2000 a la actualidad - Número de Bandas: 36 - Rango espectral: ultravioleta al infrarrojo lejano - Resolución espacial: de 250 m a 1 km - Resolución temporal: 2/1 días - Altura Orbital: 705 km - Cobertura de las escenas: 5000 km
- LANDSAT - Tipo de imagen: óptica - Periodicidad: diarios (Landsat 7 y 8) - Disponibilidad: desde principio de 2000 a la actualidad (Landsat 5 para datos de archivo, Landsat 7 y 8 para datos actuales) - Número de Bandas: 36 - Rango espectral: ultravioleta al infrarrojo

¹⁸ GRETL (GNU Regression, econometric and time-series library) - <http://gretl.sourceforge.net/>

lejano - Resolución espacial: de 250 m a 1 km - Resolución temporal: 2/1 días - Altura Orbital: 705 km - Cobertura de las escenas: 5000 km

- SPOT - Tipo de imagen: óptica -Disponibilidad: SPOT 6/7 de archivo entre 2015 y 2018 (bajo licencia de uso) SPOT 4/5 de archivo entre 2011 y 2015 (bajo licencia de uso) - Número de Bandas: 5 - Rango espectral: visible, pancromática, infrarrojo - Resolución espacial: 1,5m a 6m (SPOT 6/7), 10m a 20m (SPOT 4/5) - Altura Orbital: 694 km (SPOT 6/7), 822km (SPOT 4/5) - Cobertura de las escenas: 60 km x 60 km.
- GOES 16 (GOES-R) - Tipo de imagen: óptica - Número de Bandas: 16 - Rango espectral: visibles, infrarrojos - Resolución espacial: 0.5 km a 2,0 km - Resolución temporal: de 1 a 15 minutos - Altura Orbital: 35.888 km - Cobertura de las escenas: 1000 km.
- Sentinel 1 - Tipo de imágenes: Radar - Número de Bandas: opera en la banda L - Resolución espacial: 3,5 a 40 m - Resolución temporal: según modo de adquisición - Altura Orbital: 700 km - Cobertura de las escenas: de 20...400 km.
- Sentinel 2 - Tipo de imagen: óptica - Número de Bandas: 13 - Rango espectral: ultravioleta al infrarrojo lejano - Resolución espacial: de 60 m, 20 m y 10 m - Resolución temporal: 10 días (con el Sentinel 2B serán 5 días) - Altura Orbital: 786 km - Cobertura de las escenas: la amplitud de las imágenes hasta 290 km.
- Cosmo Skymed - Tipo de imagen: Radar - Número de Bandas: opera en la banda X - Resolución espacial: de 1 m a 100 m - Resolución temporal: según planificación - Altura Orbital: 620 km -Cobertura de las escenas: 10x10,30x30,40x40,100x100,200x200 km.
- SAOCOM 1A y 1B - Tipo de imagen: Radar - Número de Bandas: opera en la banda L - Resolución espacial: de 10 a 100 m - Resolución temporal: 16 días y 8 días para la constelación - Altura Orbital: 620 km - Cobertura de las escenas: 20 a 350 km.

La recopilación de estas imágenes deberá coincidir con los períodos de máximos déficit y excesos hídricos en las últimas dos décadas, sin restringir la selección a otros tipos de amenazas como vientos extremos, incendios, evolución de obras hidráulicas y viales, y cambios en las actividades (usos) productivas en el territorio.

B.5 PROTOCOLOS REGIONALES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO HÍDRICO

En este ítem el Consultor hará una aplicación simple de la información recopilada y procesada en los capítulos anteriores de este mismo pliego. El objetivo de este trabajo es generar cartillas de protocolos de actuación que especifiquen claramente las medidas recomendables en todas las etapas del ciclo de riesgo (prevención, respuesta y reconstrucción).

Si bien no se contará con la variable riesgo en forma regionalizada (porque se estará produciendo al mismo el levantamiento planialtimétrico que alimentan los MDT que se necesitan para las simulaciones hidrodinámicas que evalúan la peligrosidad), se requiere avanzar con las ideas potenciales a desarrollar con mayor detalle cuando se cuente con los análisis completos de riesgo.

B.5.1 Caracterización de las amenazas hidrometeorológicas, tecnológicas y ambientales

En función de lo trabajado en ítems anteriores, el Consultor realizará una caracterización de las amenazas naturales, tecnológicas y ambientales que pueden detectarse en la zona bajo estudio. Su caracterización debe ser tratada en forma estadística definiendo su frecuencia, valores extremos registrados y pronósticos de su magnitud límite.

Un ejemplo de ello es la consideración de la precipitación máxima probable o PMP. La PMP por definición es un evento extremo máximo con una probabilidad límite, finita y tendiente a cero (pero no nula) de suceder y, por lo tanto, carece de sentido práctico tener que asociarla a una recurrencia determinada. Algunos autores (Bertoni y Tucci, 1993 citado en Caamaño Nelly, 2003¹⁹) estiman a la PMP como un evento con un período medio de retorno de 10.000 años aproximadamente.

Los procedimientos de estimación más formales de la PMP han seguido dos escuelas que terminan siendo complementarias: mediante métodos meteorológicos o por métodos estadísticos.

La aproximación estadística para estimar la PMP supone encontrar un valor del factor de frecuencia (Φ) de una serie de máximos anuales que englobe a todos los casos observados. Este es el criterio enunciado por primera vez por D. Hershfield en la década del '60 y que profusamente se cita en la bibliografía. Brevemente, se trata de estimar cuántos desvíos estándar se deben apartar los valores de la precipitación respecto de su valor medio para obtener la PMP en cada estación. Para serie de máximos anuales de precipitación diaria el propio autor del método ha estimado este valor en 15 veces. Otros investigadores como Caamaño Nelly (op.cit.) han recopilado para el hemisferio Sur valores más bajos, del orden de 5 a 10 veces el desvío estándar de la serie histórica.

Como se ha podido comprobar para muchos eventos extremos analizados, las leyes IDR disponibles normalmente no permiten categorizar en forma clara y contundente la magnitud de éstos. Es por esta razón que, en forma complementaria a la estimación de período de retorno, se apela aquí al concepto de Precipitación Máxima Probable (PMP). Cabe comentar también que existe consenso para limitar la extrapolación de una recurrencia apoyándose sólo en leyes IDR en tanto la misma no supere los 1000 años; superado ese nivel se prefiere expresar la importancia de la magnitud del evento en fracciones de la PMP.

En el marco del presente estudio existe también interés en conocer los valores de la PMP para duraciones inferiores al valor diario. La experiencia demuestra (Caamaño Nelly, 2003) que

¹⁹ Caamaño Nelly, G., et al. (2003); "Lluvias de Diseño: conceptos, técnicas y experiencias", Ed. Científica Universitaria, Córdoba.

aun contando con registros pluviográficos es dificultoso encontrar resultados coherentes para duraciones inferiores a las 2 horas. A manera de ensayo, se puede utilizar en forma aproximada una ecuación de tipo potencial de la siguiente forma:

$$PMP_d = a d^b \quad [7]$$

donde PMP_d es la precipitación máxima probable para una duración d en horas y los coeficientes a y b pueden ser determinados en función de la PMP regional diaria. Un procedimiento similar puede ser consultado en la PMP desarrollada para la ciudad de La Plata²⁰.

B.5.2 Caracterización de vulnerabilidades territoriales en relación al recurso hídrico

El cruce de la peligrosidad con la vulnerabilidad del territorio se transforma en la variable riesgo con la cual se puede iniciar un proceso de identificación, sensibilización y capacitación de la ciudadanía y las actividades productivas afectadas por las inundaciones/sequías. En la actualidad existe un recurso muy eficiente para evaluar la vulnerabilidad con el índice de calidad de vida (ICV, Figura B.7) para la República Argentina desarrollado por los Dr. Guillermo Velázquez y Alejandro Zunino, investigadores del CONICET que trabajaron con los 52 mil radios censales en los que se divide el territorio nacional.

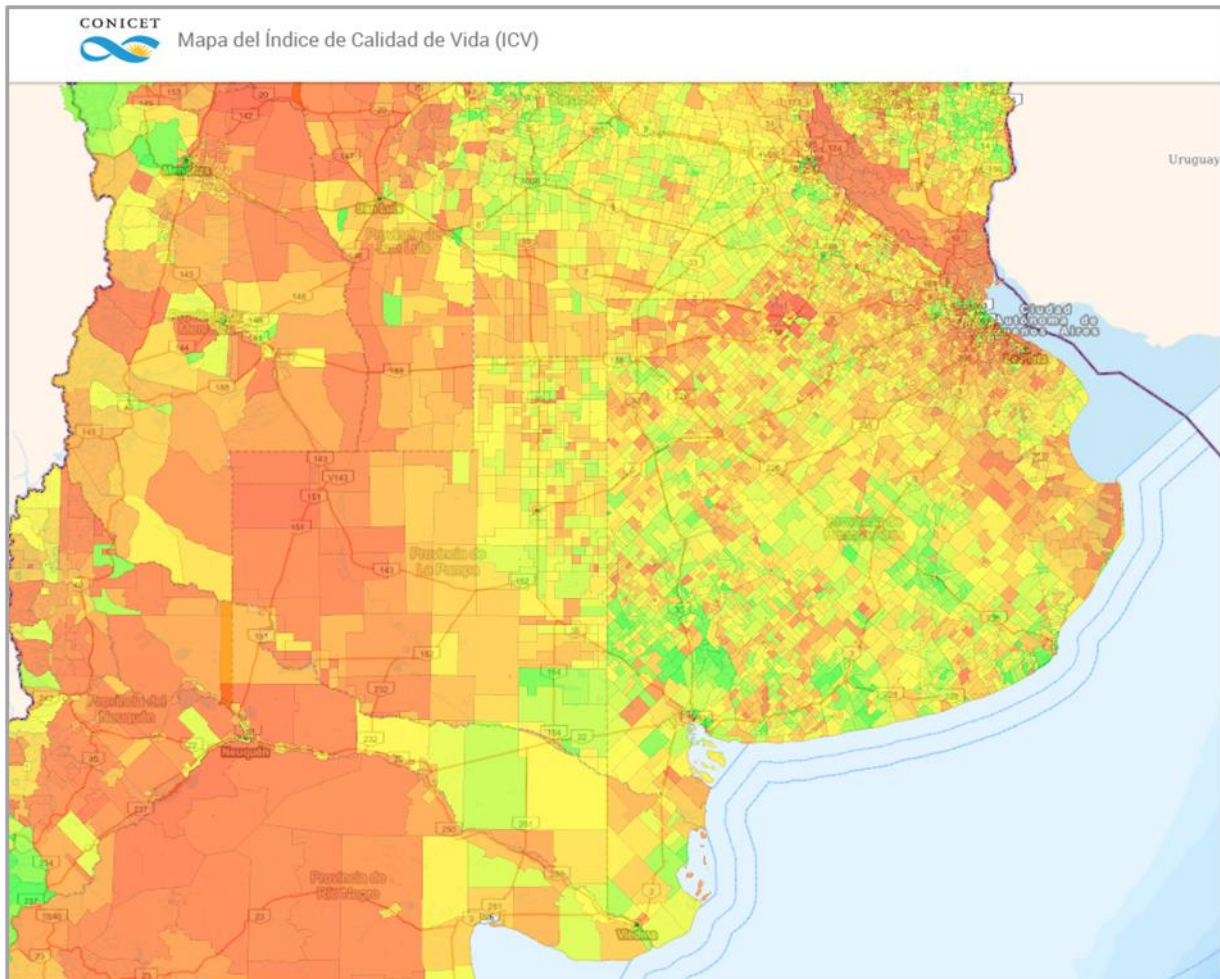


Figura B.10: Mapa de ICV en la PBA.

²⁰ Romanazzi, P. (2014); "Aproximación a la estimación estadística de la PMP para La Plata, Provincia de Buenos Aires"; <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/40966> (consultado en diciembre de 2020).

El índice está compuesto por un 60% de indicadores socioeconómicos y un 40% de indicadores ambientales lo cual se transforma en una herramienta muy propicia para evaluar vulnerabilidad de la población como una primera aproximación al tema. Su combinación con los mapas de peligrosidad otorgaría la posibilidad de obtener los primeros mapas de riesgo de la región. El Consultor dispone de cinco meses para aplicar esta metodología o variantes de esta, produciendo para ello mapas de vulnerabilidad en soporte SIG y donde quede bien establecida la estructura de los índices usados para estimar la vulnerabilidad tanto en la escala rural como en la urbana.

B.5.3 Análisis de medidas para la reducción del riesgo hídrico en general

En este ítem el Consultor deberá llevar adelante una recopilación de las medidas adoptadas para reducir el riesgo hídrico (mucho más general que el análisis del superávit o déficit detectado en el balance hídrico, comprendiendo temáticas como el abastecimiento de agua, su calidad y posterior tratamiento, contaminación natural, enfermedades hídricas, entre otras) por la PBA a través de su Dirección Provincial de Emergencias y Protección Civil a nivel de los 23 municipios involucrados en la cuenca propia del Río Salado.

Luego de efectuada la recopilación de medidas, programas, manuales, etc., el Proveedor realizará un análisis comparativo de todas estas medidas volcando sus conclusiones en un documento donde se pueda visualizar regionalmente el conjunto de disposiciones adoptadas y el tipo de riesgo considerado. El plazo previsto para esta encomienda es de cuatro meses con una entrega parcial en coincidencia con el segundo informe cuatrimestral de modo que pueda contarse con una primera aproximación de los procedimientos que actualmente se manejan en el territorio y que afectan el avance de los dos ítems que siguen.

B.5.4 Elaboración de protocolos de actuación regional para la respuesta ante emergencias

En la escala urbana (se recuerda que existen 148 localidades en la zona bajo estudio) una forma de ordenar la prevención, la respuesta y la reconstrucción ante eventos extremos, por ejemplo, de precipitación y sus posibles efectos en la población y los bienes y servicios esenciales, es establecer un protocolo de información, actuación y procedimiento post evento donde se reúnen a nivel de las localidades y con escala de predio barrial las siguientes indicaciones: límites y características físicas del barrio, que zonas evitar (acompañado por sendos mapas de peligrosidad y riesgo), por donde circular en forma segura (acceso/egreso confiable aún en presencia de un evento máximo como la PMP y su inundación asociada), posible puntos de encuentro cercanos en caso de evacuación, localización de las principales oficinas del estado público (salas de atención primaria, sedes municipales, escuelas, bomberos, comisaría, clubes, iglesias, entre otros) con sus respectivas direcciones, teléfonos y personal a cargo.

Una vez reunida esta información y cotejadas cuales son las zonas seguras para movilizarse y reunirse, deben incorporarse instrucciones claras, precisas y sintéticas de “que hacer”, “cuando” y “cómo” en caso de una alerta, de una declaración de emergencia o de recuperarse una vez dado el cese de la alerta. Todo esto debe ser posible resumirlo en una única cartilla personalizada para cada barrio (Figura B.8) y que se pueda difundir ampliamente a fin de que se encuentre al alcance de todos los ciudadanos afectados o no directamente en la zona de riesgo (dado que es común tener visitantes ocasionales y/o personas en tránsito en momentos críticos).

Si bien el alcance de la presente consultoría no va a llegar a definir mapas de peligrosidad ni su correspondiente mapa asociado de riesgo, la elaboración de cartillas donde se vaya reuniendo toda la información disponible en cada localidad se puede manejar con consultas a

referentes locales, mediante talleres con la comunidad y entrevistas con referentes calificados. De esta manera sí se puede avanzar con el conocimiento y experiencia local que nunca debe estar ausente en la preparación de este tipo de documentación que tendrá luego una utilidad pública y que, por lo tanto, no puede estar divorciada de los saberes disponibles en el territorio.

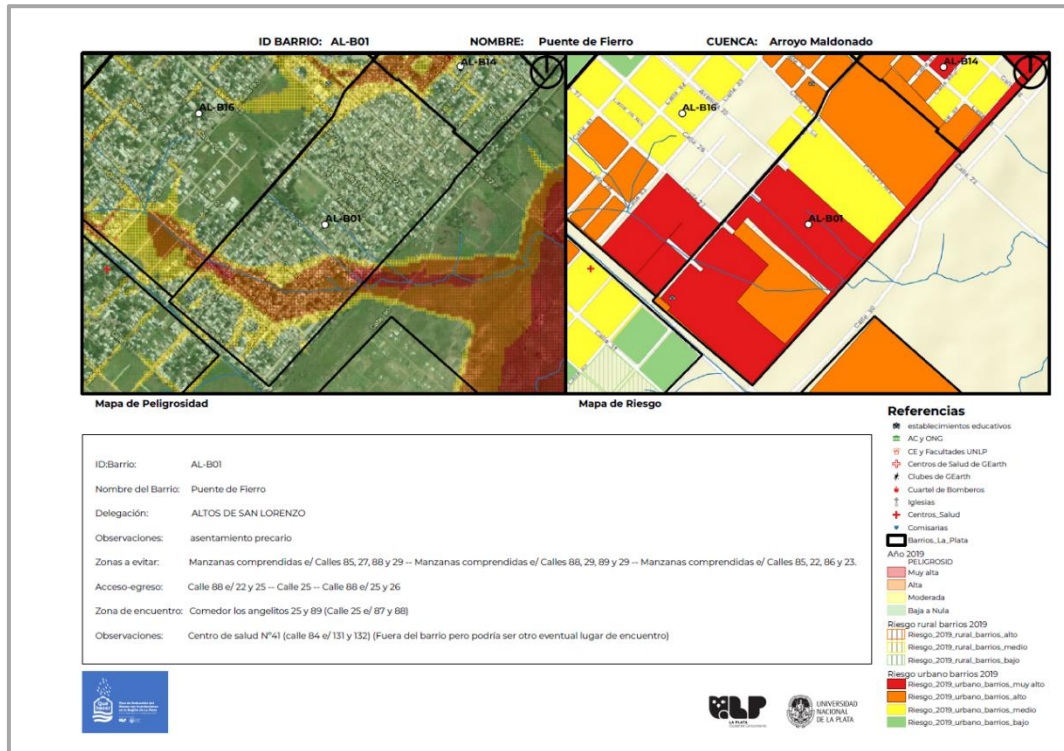


Figura B.11: Ejemplo Protocolo del barrio Puente de Fierro en La Plata, Buenos Aires

El Consultor dispondrá de tres meses para elaboración y armado de estas cartillas, volcando toda la información verificada y citando las fuentes de origen. Deberá tener en cuenta que es un producto potenciador de la toma de decisiones y que amalgama todo el trabajo realizado en este trabajo de consultoría.

B.5.5 Elaboración de protocolos de actuación regional para la prevención de desastres

De la misma forma que en el caso anterior, en la escala rural se podrán realizar previsiones en base a toda la información reunida (imágenes satelitales, mapas geomorfológicos, MDT en curso, inventario de infraestructura hidráulica actualizados, períodos identificados de extremos hídricos del balance, etc.) de modo que será posible obtener una primera aproximación de las zonas más vulnerables, su identificación y extensión en primer magnitud, los sectores más críticos y las variables que denuncian el riesgo en todo sentido, etc., para que luego, cuando se disponga de los mapas de peligrosidad y riesgo, se puedan cotejar con las elaboraciones producidas en este ítem.

La idea básica es poder llegar a definir un detalle a nivel de parcela de la situación y que esto sirva para una declaración de prevención y emergencia mucho más acotada que la que se realiza en la actualidad. El plazo previsto es de 4 meses y su presentación, como en el caso anterior, es un formato de producto síntesis de toda la consultoría.

C. PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

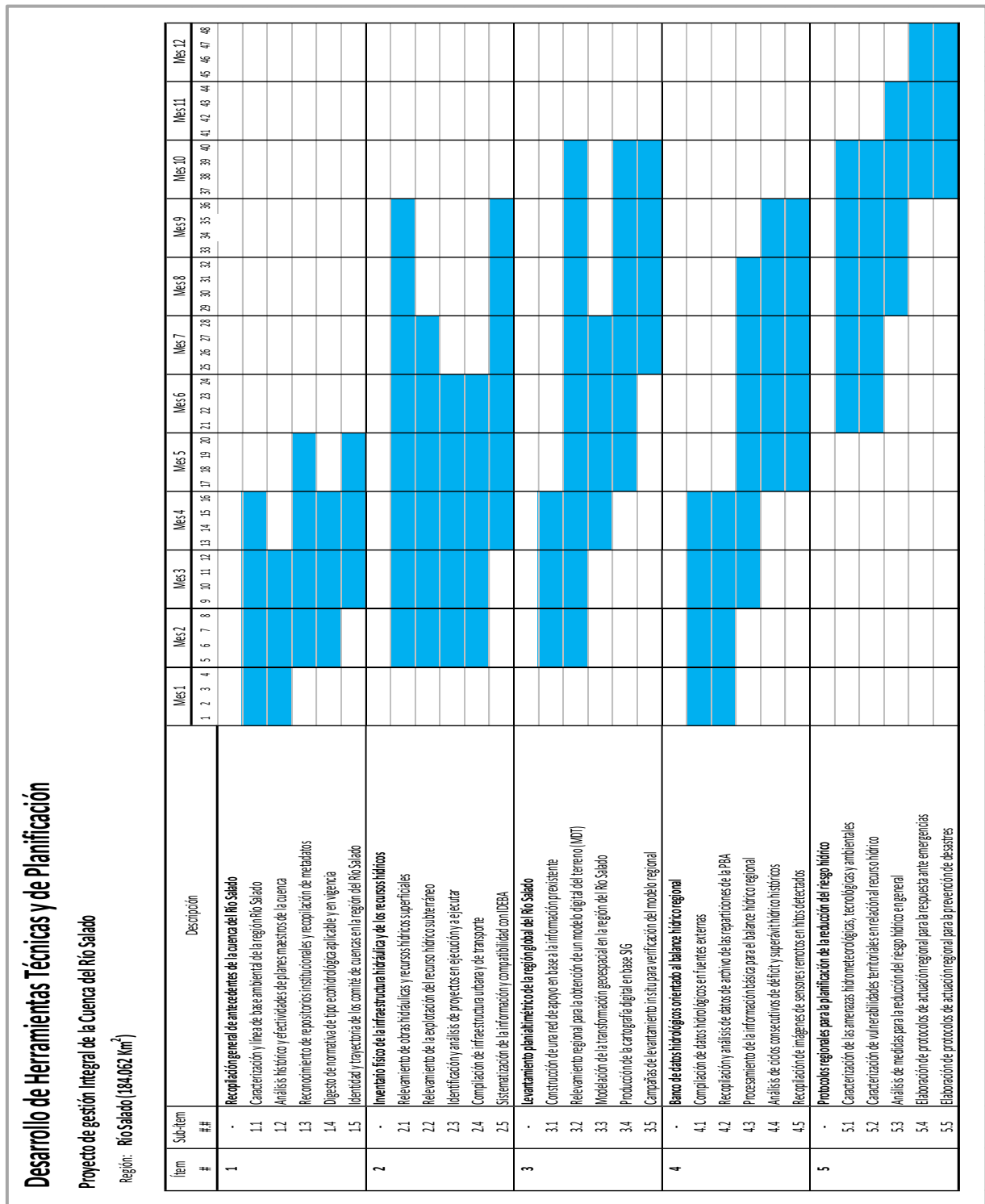


Figura C.1: Plan de trabajo y cronograma del proyecto GIRS - Herramientas

El plan de trabajo para la Etapa 1 del proyecto GIRS – Herramientas se divide en 5 grandes ítems en relación directa con sus objetivos específicos. El plazo total es de 1 año con gran parte del esfuerzo volcado a la producción de un levantamiento planialtimétrico de detalle y la organización de un Banco de datos Hidrológico cuya duración prevista es de 7 y 8 meses, respectivamente.

D. LISTADO DE ENTREGABLES Y PLAZOS

Tabla D.1: Ítems, formatos y plazos de la Etapa 1 del proyecto GRS - Herramientas

Ítem	Descripción	Formato de Producto	Plazo [semanas]
1	Recopilación general de antecedentes de la región global del Río Salado	Informe digital	20
1.1	Caracterización y línea de base ambiental de la región Río Salado	Formato .PDF	16
1.2	Análisis histórico y efectividades de planes maestros de la cuenca		12
1.3	Reconocimiento de repositorios institucionales y recopilación de metadatos		12
1.4	Digesto de normativa de tipo eco hidrológica aplicable y en vigencia		12
1.5	Identidad y trayectoria del comité de cuencas en la región del Río Salado		8
2	Inventario físico de la infraestructura hidráulica y de los recursos hídricos	SIG + informe digital	32
2.1	Relevamiento de obras hidráulicas y recursos hídricos superficiales	Tablas de atributos y planillas	28
2.2	Relevamiento de la explotación del recurso hídrico subterráneo		24
2.3	Identificación y análisis de proyectos en ejecución y a ejecutar		20
2.4	Compilación de infraestructura urbana y de transporte		20
2.5	Sistematización de la información y compatibilidad con IDEBA	Formato .PDF	20
3	Levantamiento planialtimétrico de la región global del Río Salado	SIG	36
3.1	Construcción de una red de apoyo en base a la información preexistente	Tablas de atributos y planillas	12
3.2	Relevamiento regional para la obtención de un modelo digital del terreno (MDT)		28
3.3	Modelación de la transformación geoespacial en la región del Río Salado	Capas en formato .SHP	16
3.4	Producción de la cartografía digital en base SIG	Formatos raster GeoTiff y LAS	16
3.5	Campañas de levantamiento in situ para verificación del modelo regional		16
4	Banco de datos hidrológicos orientado al balance hídrico regional	SIG	40
4.1	Compilación de datos hidrológicos en fuentes externas	Tablas de atributos y planillas	16
4.2	Recopilación y análisis de datos de archivo de las reparticiones de la PBA		16
4.3	Procesamiento de la información básica para el balance hídrico regional	Capas en formato .SHP	24
4.4	Análisis de ciclos consecutivos de déficit y superávit hídrico históricos		16
4.5	Recopilación de imágenes de sensores remotos en hitos detectados	Formatos raster	16
5	Protocolos regionales para la planificación de la reducción del riesgo hídrico	Cartilla digital	28
5.1	Caracterización de las amenazas hidrometeorológicas, tecnológicas y ambientales	Formato .PDF	20
5.2	Caracterización de vulnerabilidades territoriales en relación al recurso hídrico		20
5.3	Análisis de medidas para la reducción del riesgo hídrico en general		16
5.4	Elaboración de protocolos de actuación regional para la respuesta ante emergencias		12
5.5	Elaboración de protocolos de actuación regional para la prevención de desastres		12

Las entregas se organizarán en períodos cuatrimestrales como sigue:

- E.1 - Informe completo del ítem 1 e informe de avance de los ítems 2, 3 y 4.
- E.2 - Paquete completo SIG de los ítems 2,3 y 4 e informe de avance el ítem 5.
- E.3 - Documentación final del ítem 5 y presentación del proyecto Etapa 1 en general.

E. ANEXOS - DOCUMENTOS EN FORMATO DIGITAL

Esta memoria es acompañada por una carpeta compartida que contiene toda la información recopilada y generada para este proyecto en formato digital. El contenido ha sido organizado como sigue:

Tabla E.1: Organización de la documentación disponible en formato digital

CARPETA	SUB CARPETAS - CONTENIDO
01_Documentos	<ul style="list-style-type: none">- PDF (Documentos con los contenidos del pliego)- XLSX (planillas con las tablas referenciadas en el texto)
02_Base SIG	<ul style="list-style-type: none">- PNG (figuras referenciadas en el texto)- SHP (capas SIG elaboradas para el presente proyecto)

El vínculo para acceder a la información digital de la tabla anterior es el siguiente:

https://drive.google.com/drive/folders/1v_VjcKM-wSgNUAzeVpDd9fgc3YNS4-R5?usp=sharing

F. REFERENCIAS

En este capítulo se incluyen las referencias de las consultas realizadas para la elaboración del presente documento. No todas estas citas están referenciadas en el texto, sólo se acompañan el registro para una lectura/aplicación ulterior.

Relacionados con la temática

- Barros, V. y Camilloni, I. (2016); “La Argentina y el cambio climático - De la Física a la Política”; EUDEBA, CABA, ISBN 978-950-23-2655-9.
- Bereciartúa, P. (2018); “Bases para una política pública de agua y saneamiento en Argentina”, CABA, ISBN 978—987-42-9188-2.
- Pérez, R. (2013); “Redes y Centros Urbanos bajo riesgo hídrico – Prevención y mitigación de desastres naturales en planicies de inundación en la Argentina”, EUDEBA, CABA, ISBN 978-950-23-2177-6.

Repositorios digitales (consultados en septiembre de 2020)

- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), <https://www.smn.gob.ar/descarga-de-datos>.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Sistema de información y gestión agrometeorológica (SIGA), <http://siga.inta.gob.ar/#/>
- Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica (SIPH), Base de datos hidrológica integrada (BDHI), <http://bdhi.hidricosargentina.gob.ar/>.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN), Información geoespacial, capas de los modelos digitales de terreno, <http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/Principal>.

Simulación matemática de sistemas de desagüe

- Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, E., Dolz, J., Coll, A., 2014. Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Volume 30, Issue 1, 2014, Pages 1-10, ISSN 0213-1315, DOI: 10.1016/j.rimni.2012.07.004
- Dile, Y., Srinivasan, R. y George, C. (2018); “QSWAT - QGIS Interface for SWAT, versión 1.7”; Soil & Water Assessment Tool, Texas A&M University y USDA.
- IBER v2.6: a two-dimensional hydraulic model for the simulation of free surface flow in rivers and estuaries - <https://www.iberaula.es/54/iber-model/downloads>
- TETIS v9.0: Modelo hidrológico conceptual y distribuido; GHIMA-IIAMA_ - Universidad Politécnica de Valencia: <http://lluvia.dihma.upv.es/ES/software/software.html>



G O B I E R N O D E L A P R O V I N C I A D E B U E N O S A I R E S
2021 - Año de la Salud y del Personal Sanitario

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: TDR-Herramientas Técnicas y de Planificación

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 44 pagina/s.