



Cuenca Binacional de la Laguna Merin



FUNDACIÓN
FEMSA



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®



ADVERTENCIA

El Centro del Agua para América Latina y el Caribe, autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en este artículo solicitando autorización por escrito, siempre y cuando sea sin fines de lucro y citando la fuente.

La información que aparece en el presente documento, es responsabilidad de sus autores y no constituyen la expresión de ningún tipo de opinión de parte del Centro del Agua para América Latina y el Caribe con respecto a la situación del país o de sus autoridades.

TÍTULO

Cuenca Binacional de la Laguna Merin

AUTOR

Carlos María Serrentino Bachini

EDITORES

Carlos Fernández Jáuregui
Rita de Cássia Fraga Damé
Laura Yeomans Galli
Ernesto Pastén Zapata

AÑO

2013

CONTACTO

Para cualquier sugerencia o comentario favor de comunicarse al teléfono: (52) 81 8358.2000 ext. 5561 o a través del correo electrónico: info@centrodelaagua.org

IMAGEN DE PORTADA

Puente Internacional Barón de Mauá, Brasil-Uruguay sobre el Río Yaguarón (2011). Imagen de Carlos María Serrentino

Tabla de Contenidos

Resumen	1
1. Sistema hidrológico	2
1.1. Descripción física del sistema hidrológico lagunar global.....	2
1.1.1. Las lagunas costeras del cono sureste americano	2
1.2. Clima y precipitación	5
1.2.1. Mapas climáticos de la CBLM	9
1.2.2. Gráficas climáticas en la CBLM	11
1.2.3. Estimación del error en la medición de precipitación.....	12
1.3. Fisiografía de la CBLM	13
1.4. Hidrología superficial de la CBLM.....	16
1.4.1. Características hidrológicas.....	16
1.4.2. Uso público urbano	25
1.4.3. Infraestructura hidráulica.....	28
1.4.4. Calidad del agua	29
1.5. Hidrología subterránea.....	31
1.5.1. Geomorfología de la CBLM.....	31
1.5.2. Geohidrología	33
2. Sistema Humano	33
2.1. Aspectos socioeconómicos.....	33
2.2. Principales usos del agua en la CBLM.....	34
2.3. Hidrosolidaridad estratégica entre usos del agua en la CBLM.....	35
2.4. Hidrovía de la Laguna Merin	37
3. Gestión del agua.....	39
3.1. Marco legal de aplicación en la CBLM.....	39
3.2. Conflictos de gobernanza del Agua.....	44
3.3. Participación de la Sociedad Civil	47
3.4. Planes de Desarrollo y Cambio Climático.....	47
4. Referencias Bibliográficas.....	48

Resumen

La Cuenca Binacional de la Laguna Merin (CBLM), único caso de estudio americano para el III Informe del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (ONU, 2009), representa un ejemplo en materia de preservación de identidad regional entre Brasil y Uruguay.

La paz distintiva que posee esta área de 62,250 km², constituye un verdadero recurso natural. La Pampa es el mundo del gaucho, donde su sistema hidrológico de fuerte componente lagunar tiende hacia equilibrios vitales.

La Patria Grande de los gauchos tiene los límites de la Pampa, sin ningún otro objetivo que la integración regional y la afirmación de identidades culturales.

García Schlee (2007) argumenta que allí se insertan necesariamente todo el Uruguay (el país más pampeano y más gaucho del mundo; el único país exclusivamente gaucho del mundo, aún en la agitación urbana de sus metrópolis), una parte de la Argentina y una pequeña parte del extremo sur del Brasil (donde la frontera no impone límites a los riograndenses y a los orientales de sentirse nacionalmente gauchos; sea como uruguayos, sea como brasileros y especialmente en el espacio mítico de fraterna unión representado por la Cuenca de la Laguna Merin).

El mayor desafío actual de la CBLM es y será la búsqueda continua de un efectivo equilibrio Bruntland, digno de su vasto e histórico patrimonio ambiental.

1. Sistema hidrológico

1.1. Descripción física del sistema hidrológico lagunar global

A nivel global, las lagunas costeras cubren 60,000 km² y ocupan 14% de la zona costera del planeta, siendo éstas más numerosas en latitudes medias de escasa marea y en zonas de acumulación de arena (Nichols & Allen, 1981; Mitsch & Gosselink, 1993).

Resultan cuerpos de agua someros y salobres, separados del ambiente costero por una barrera de arena. Su característica relevante es su conexión periódica con el océano. Por esta razón, en las lagunas costeras confluyen masas de agua proveniente del continente y marinas, por lo que presentan cambios importantes espacio-temporales en sus características hidrológicas, abióticas y biológicas.

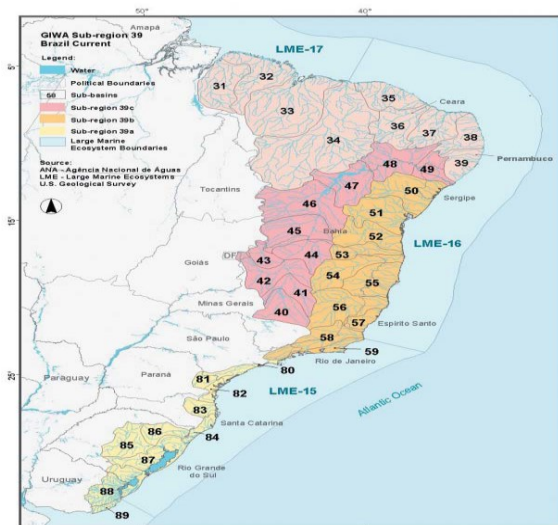


Fig. 1: Cuenca del Atlántico, Cuenca Sur/Sureste (80–88) y Cuenca orientales de Uruguay (89).
Fuente: Marques et al., 2004.



Fig. 2: Cuenca de la Laguna Merin.
Fuente: ONU, 2009.

La productividad de las lagunas costeras es de la más altas registradas en la naturaleza (Knoppers, 1994), lo que se debería a los aportes continentales, la influencia del océano y las altas tasas de resuspensión de los sedimentos. Debido a ellos, son ambientes propicios para grandes poblaciones de aves y mamíferos, albergando especies acuáticas de relevancia comercial, siendo también lugares de atracción turística (Day et al., 1989). La CBLM necesariamente no es una excepción a esa regla.

El frágil equilibrio entre la extrema dinámica del medio físico y la biota presente en las lagunas costeras es altamente vulnerable a la acción humana, estando periódicamente expuestos a perturbaciones como inundaciones o intrusiones marinas (Costanza et al., 1993; Kjerve, 1994).

Además, por estar ubicadas en las zonas más bajas de las cuencas y recibir el impacto de las actividades humanas, su biota está bajo estrés permanente. Esta compleja variabilidad natural debe ser adecuadamente comprendida antes de explotar y manejar racionalmente sus recursos (Laserre, 1979).

1.1.1. Las lagunas costeras del cono sureste americano

El litoral costero de Uruguay se extiende por 670 km; de ellos 220 km sobre el Océano Atlántico, corriendo en dirección SW-NE, siendo más pronunciado en sentido Norte desde el Cabo de Santa María. En esta costa, que se continúa en el Sur de Brasil, se ubican una serie importante de lagunas costeras, dos de las cuales son de las mayores existentes en el planeta,

la Laguna de los Patos y la Laguna Merín (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Uruguay, MTOP 1979).



Fig. 3: Sistema lagunar en el Atlántico Sur.
Fuente: Mabilia, R., 2002

Conde, Rodríguez-Gallego y Rodríguez-Graña (2003), establecen que los valores biológicos y paisajísticos del área se relacionan con la heterogeneidad de sus ambientes. Se destacan zonas para nidificación, alimentación y sitio de invernada para muchas especies de aves acuáticas migratorias y residentes. En particular, los chorlos y playeros, así como otras aves acuáticas, dependen de la continua viabilidad de hábitats lacustres y costeros, críticos en sus sitios de reproducción de parada migratoria. De esta forma, los ambientes lagunares y las costas de playa de la Laguna Merin son especialmente determinantes para la llegada y permanencia de dos corrientes migratorias que atraviesan los humedales de la Reserva: la neártica y la neotropical. La Laguna Merin, en su totalidad binacional, posee un espejo de agua de aproximadamente 3,750 km² (Probides, 2002).

En Uruguay, la Cuenca Atlántica abarca 9,266 km² y alberga cinco de las seis lagunas costeras más importantes del país, las que, en general, decrecen en tamaño y profundidad de este a oeste; mientras que la forma se hace más redondeada hacia el este, al igual que su antigüedad. Se destacan la Laguna Merin (compartida con Brasil), la Laguna Negra (142 km²),

la Laguna de Castillos (90 km²), la Laguna de Rocha (72 km²), la Laguna Garzón (18 km²) y la Laguna José Ignacio (13 km²).

Conde, Rodríguez-Gallego y Rodríguez-Graña (2003) argumentan que, de éstas, sólo las de José Ignacio, Garzón y Rocha están en conexión directa con el Océano Atlántico; se separan de éste por una angosta barra arenosa, y la Laguna de Castillos, a través de un extenso curso de agua. Sobre sus barras se abre periódicamente un canal que permite el intercambio bidireccional.

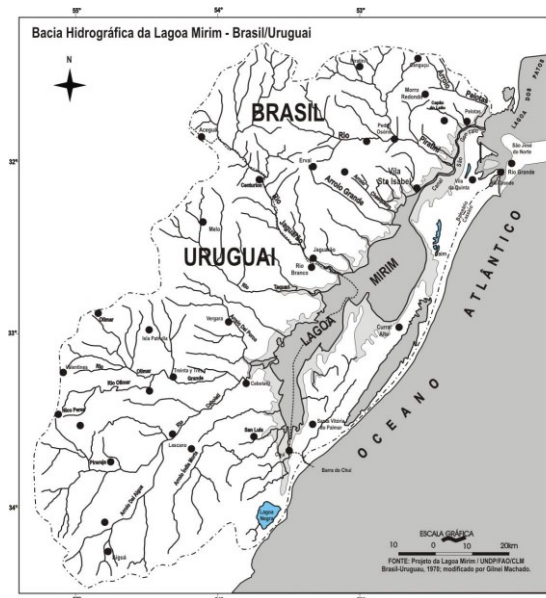


Fig. 4: Cuenca de la Laguna Merin
Fuente: Gilnei Machado, 2002.

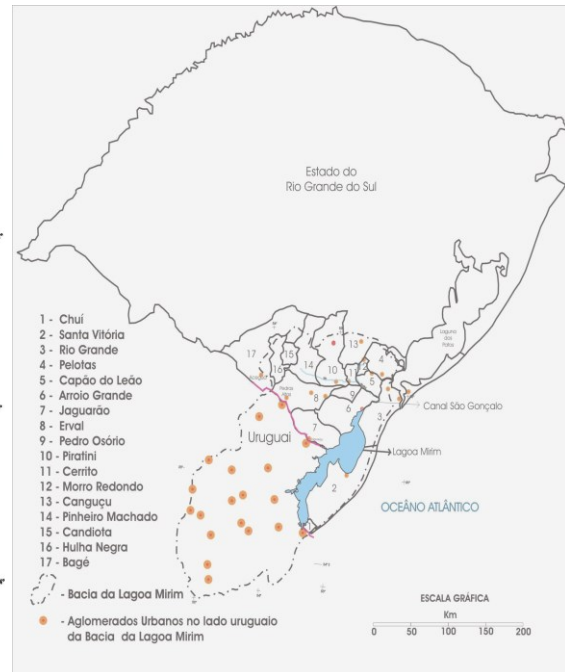


Fig. 5: Principales ciudades en la Cuenca de la Laguna Merin
Fuente: Gilnei Machado, 2002.

El área del presente estudio, la Cuenca Binacional de la Laguna Merin (CBLM) de 62,250 km², se encuentra en el sector este del cono sudamericano; en Uruguay (33,000 km²) y 29,250 km² en el Estado de Rio Grande do Sul en territorio brasileño.

La CBLM (Lake Merin Basin, siglas en inglés LMB), se encuentra en la costa atlántica de América del Sur. Es una zona templada y abarca unos 6 millones de hectáreas, entre los 31° y 34° de latitud sur y entre los 51° y los 55° de longitud oeste.

La CBLM, ocupa el 18% de la superficie total terrestre de Uruguay; un país unitario que según el Instituto Nacional de Estadística del Uruguay (INE, 2011a) presenta 176,215 km² (+/- 64 km²) y 3,356,584 habitantes. Aproximadamente, la CBLM y su zona de influencia comprenden 5 Departamentos del Uruguay, incluidos total o parcialmente en la misma. Estos presentan menos del 7.89% del total de habitantes del Uruguay con concentraciones poblacionales dispersas de entre 4 a 15 hab/km² (INE, 2011b).

Complementariamente, la CBLM ocupa el 20% del territorio del Estado de Rio Grande do Sul-RS en Brasil; un país federado.

De acuerdo con el Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005), el Estado de Rio Grande do Sul (RS) ocupa 268,781,896 km² y presenta 496 Municipios con 10,693,929 (proyección a 2010) habitantes (FEE, 2004), es decir el 5,76% del total de habitantes del Brasil, con concentraciones poblacionales dispersas de 4 a 40 hab/km². De los antes referidos, la CBLM en Brasil se asienta administrativamente en 21 Municipios de RS.

el trabajo de Becker (Becker, 1992) con datos de precipitaciones y temperaturas en el Estado de Rio Grande do Sul.

Khan & Kim (1998), estudiaron las variaciones climáticas regionales de los elementos. Tal técnica de agrupamiento de información climática, aun cuando se trata de una cuenca aparentemente de un área comparativamente pequeña ha podido constatar, regiones microclimáticas en la CBLM y tiene buena concordancia con peculiaridades físico-geográficas-topográficas de la región de estudio y con el efecto de la continentalidad.

Además de estos eventos meteorológicos adversos, cabe mencionar desvíos relativamente importantes en regímenes de temperatura (heladas) y fenómenos atmosféricos de micro a mesoescala (granizadas y tornados). Tales desvíos en su conjunto hacen también al clima general de la CBLM.

Las variaciones extremas de precipitaciones acompañan, en general, la señal de los fenómenos asociados a "el Niño" y "la Niña" (Oscilación del Sur- El Niño). Se puede decir que, existe una tendencia según la cual, en la fase cálida, "el Niño", se incrementan las precipitaciones en las cuencas del Plata y Merin, mientras que en la fase fría, "la Niña", se generan déficits hídricos que afectan al territorio uruguayo-brasileño.

Arthur Strahler (2005), respecto del fenómeno "El Niño", identifica ciclos de entre tres a ocho años. Ha sido constatada en la práctica –y a pesar de una aparente pequeña geomorfología de la CBLM- una distribución no uniforme de los impactos meteorológicos que ocurren ante un mismo estímulo del referido fenómeno climático erráticamente cíclico.

Del mismo modo, en el verano de la CBLM, su elevada evapotranspiración es un factor hídrico clave ya que, agrava los problemas productivos en pasturas naturales y cultivos. De manera extrema, las sequías no sólo afectan a la producción agropecuaria, también tienen un impacto negativo de gran importancia económica general en la generación hidroeléctrica (GH) del Uruguay. En este aspecto, éste evento meteorológico extremo no afecta la GH en la CBLM pues no posee aprovechamientos hidroeléctricos propios pero sí genera y afecta a presamientos destinados al riego (barragem en portugués).

Ocasionalmente, las grandes sequías han provocado carencias de agua potable en algunos centros poblacionales. Por otra parte, los excesos de agua, además de los problemas en el sector agrícola ya señalados que afectan las zonas bajas y bañados, tienen consecuencias mayores de carácter social al afectar centros poblados ubicados en sitios, de por sí, anegables en donde se constata la ausencia de una debida planificación territorial. En la CBLM, sobre la ribera de uno de sus ejes hídricos más relevantes como el Río Yaguarón (línea divisoria entre Brasil y Uruguay), donde influye la economía de frontera es frecuente un uso social de la ocurrencia de fenómenos meteorológicos, en las que ambos países, en tales circunstancias procuran cubrir necesidades transitorias de los damnificados.

Asimismo, los arrastres de sedimentos provocan acumulaciones en los embalses así como contaminaciones físico-químicas en las vías de escurrimiento superficial. Villanueva et al. (1998) establecen que el volumen de la Laguna Merin (cuerpo receptor de la CBLM) puede contener hasta 17×10^9 m³. Además, el volumen en el que la Laguna puede fluctuar en función de las condiciones hidrológicas y de la salida por el Canal São Gonçalo es de 12.4×10^9 m³.

Beltrame & Tucci (1998) han concluido que el caudal medio de entrada a la Laguna Merin y al Canal São Gonçalo es de 787 m³/s y su tiempo de residencia es de aproximadamente 205 días y que la precipitación media anual varía en torno a los 1,300 mm. Según estudios de Magna Engenharia Ltda. (1997), es posible identificar los meses de junio y septiembre como los más lluviosos, en tanto que noviembre y diciembre son los más secos.

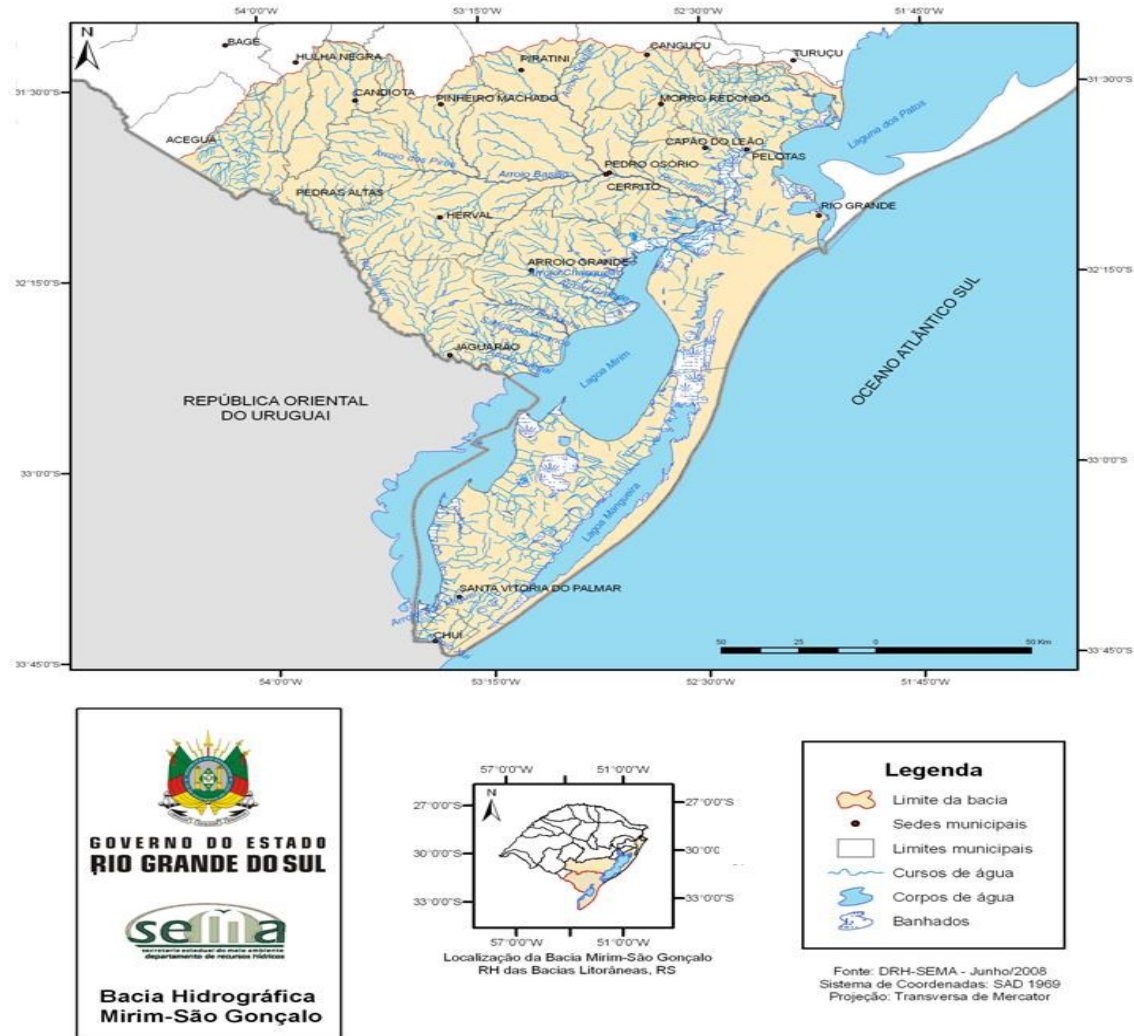


Fig. 8: Cuenca Hidrográfica Mirim-Sao Gonçalo.
Fuente: Gobierno del Estado Rio Grande do Sul, SEMA, 2008.

Beltrame & Tucci (1998) afirman que las direcciones predominantes de los vientos son norte y este, con velocidades medias de 12 a 20 km/h, con mayores valores sobre la faja litoral. El número de horas media de insolación en la región de la CBLM es de 6 a 7 durante el día y la evaporación potencial anual para cultivo de pasturas es del orden de 1,100 a 1,200mm.

En la CBLM, la evaporación potencial media de las superficies líquidas se halla entre 1,400 y 1,500 mm. En el área brasileña de la CBLM, se encuentran las estaciones meteorológicas de los Municipios de Bagé, Piratini, Santa Vitória do Palmar, Jaguarão, Rio Grande y Pelotas, todos ellos en RS. Gran parte de estas están en operación desde hace décadas y poseen conjuntos de series históricas que permiten la caracterización del comportamiento climático de la región.

Beltrame y Tucci (1998) señalan que en el Brasil las series de datos pluviométricos registrados en varias estaciones presentan falencias observadas a nivel global, pero aun así siguen siendo piezas claves en la identificación de la disponibilidad hídrica del recurso, por lo menos lo referido a cantidad-calidad del agua que precipita y evapora. Asimismo, después del levantamiento de datos meteorológicos, especialmente los de precipitación, les han aplicado un modelo hidrológico denominado IPHMEN, a partir del cual consiguen obtener series históricas completas, en las que bajo consistencia de datos se corrigen fallas existentes.

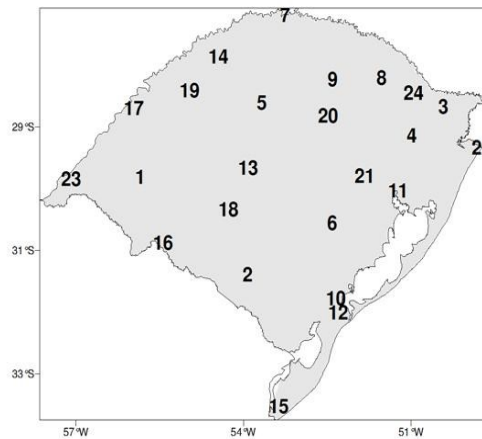


Fig. 9: Estaciones Meteorológicas en Rio Grande do Sul.
En la CBLM, Pelotas (10), Rio Grande (12) y Santa vitoria do Palmar (15).
Fuente: Beltrame y Tucci, 1998.

Las series históricas de precipitación medidas en cada una de las sub-cuencas de la Cuenca de la Laguna Merin fueron así completadas. En el noreste de la CBLM, la sub-cuenca del Arroyo Pelotas-RS, presenta las mayores pluviosidades medias en los meses de enero, febrero, julio y septiembre. En todos estos meses, los valores fueron superiores a 100 mm. En enero, por ejemplo, ocurrió una media histórica de 138.43 mm y en febrero de 145.62 mm. En esta sub-cuenca, el valor mensual de precipitación más elevado fue medido en el mes de julio, siendo éste de 183.5 mm. Gilnei Machado (2007) establece que el año con menor pluviosidad en esta cuenca fue en 1988, con un total de 973 mm y en 1992 ocurrieron los mayores índices, con un total de 2,294 mm .

En el área brasilera de la CBLM, en base a los datos recolectados por las estaciones pluviométricas y meteorológicas, se verificó que las precipitaciones están bien distribuidas a lo largo del año. En general, entre los meses de junio a septiembre se observan los meses más lluviosos. Los meses de noviembre y diciembre resultan ser estadísticamente los más secos.

Además de eso, se verificó que las precipitaciones presentan una tendencia creciente en el período 1966-1995. El trabajo desarrollado por Beltrame y Tucci (1998), mostró que la sustentabilidad hídrica de la Laguna Merin y del Canal São Gonçalo, es debida a las precipitaciones medias anuales, que varían entre 1,100 y 1,450 mm, así como que la mayor parte de la precipitación de la cuenca inmediata de la Laguna Merin es perdida a través del escurrimiento superficial y de la evaporación media que puede llegar a valores de 1,000 mm/año.

Como fuera expresado, tal sustentabilidad hídrica de la CBLM es “amenazada” por los elevados valores de la evapotranspiración y evaporación que ocurren en su área. Este hecho pudo también ser confirmado a partir de la comparación entre la precipitación media local y los valores de evapotranspiración potencial calculados por Magna Engenharia (1997), con aplicación de los tradicionales métodos de Thornthwaite y Penman. Establece Gilnei Machado (2007) que con la aplicación de Thornthwaite, los autores citados en el párrafo anterior verificaron déficits considerables de lluvias que varían entre 73 y 126 mm en las sub-cuencas afluentes al Canal São Gonçalo. Estos déficits pueden ser mayores a 400 mm con la aplicación del Método de Penman.

En materia de redes, en el Uruguay en la década de los 70’s se llegó a gestionar una de las redes pluviométricas de mayor densidad en Sudamérica, del orden de 1 (una) estación cada 200 km² (aproximadamente 760 estaciones pluviométricas en el país) disponiéndose actualmente de una red sustancialmente menor en cobertura, de aproximadamente 250 estaciones.

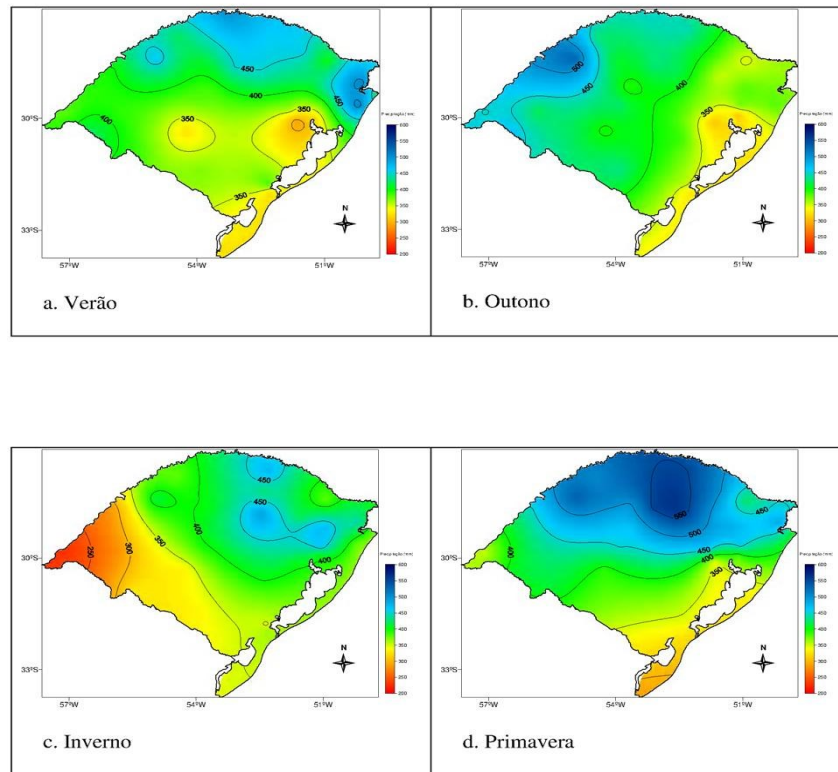


Fig.10: Régimen estacional de lluvias en Rio Grande do Sul-Brasil. a) Verano, b) otoño, c) invierno, d) primavera. (Período 1976 – 2005).
Fuente: Wrege et al., 2011.

A la luz de la experiencia histórica, tal densidad de estaciones pluviométricas presenta un valor climático ilimitado, pero las redes de información así concebidas deberían ser aplicadas en el territorio en función de los reales objetivos que se desean gestionar. De lo contrario, el mero hecho de generar un proceso acumulativo de estaciones en el terreno podría llevar, no solamente a incrementar innecesariamente el presupuesto del organismo sino también a la introducción de redundancias en las series estadísticas.

El número de estaciones meteorológicas de la Dirección de Meteorología del Uruguay (DNM), que llegaron a ser de 25 en todo el país, 5 de ellas instaladas en la CBLM, atraviesa hoy un difícil desafío por una combinación de falta de personal idóneo, no actualización del instrumental meteorológico y falta de presupuesto adecuado. La mayoría de ellas son estaciones convencionales operadas manualmente que no llegan a cubrir las 24 horas del día.

Vera (2010) establece que en Sudamérica se aspira a la mejora en sus redes de medición, a través de la evolución de las redes de observación y de las telecomunicaciones, con la introducción de estaciones meteorológicas automáticas. Ello marcaría un retorno a tecnología de avanzada que la DNM dispuso en la década de los 90's.

1.2.1. Mapas climáticos de la CBLM

En este Informe, mucho se ha hecho énfasis en la integración entre Brasil y Uruguay en la gestión de la CBLM. En materia de mapas climáticos de la cuenca, como un todo, han existido pocos avances de las Partes.

Los primeros mapas climáticos de la CBLM fueron elaborados para su particular presentación en este Informe al Centro del Agua para América Latina y el Caribe. Se utilizó información oficial de los servicios competentes en la materia de ambos países, la Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay y del Instituto Nacional de Meteorología más EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) del Brasil. Si bien el relator del Informe es responsable

técnico de los referidos mapas y colaboró en la iniciativa, se desea agradecer a sus autores, los excelentes profesionales uruguayos Met. Viviana P. Rolán y MsC. Mario Bidegain, Director de Climatología del Uruguay y Director de la Escuela de Meteorología del Uruguay.

El método geoestadístico Kriging se utilizó en la distribución espacial de las variables para las interpolaciones correspondientes. La divisoria de aguas de la CBLM se señala en los mismos, en color azul.

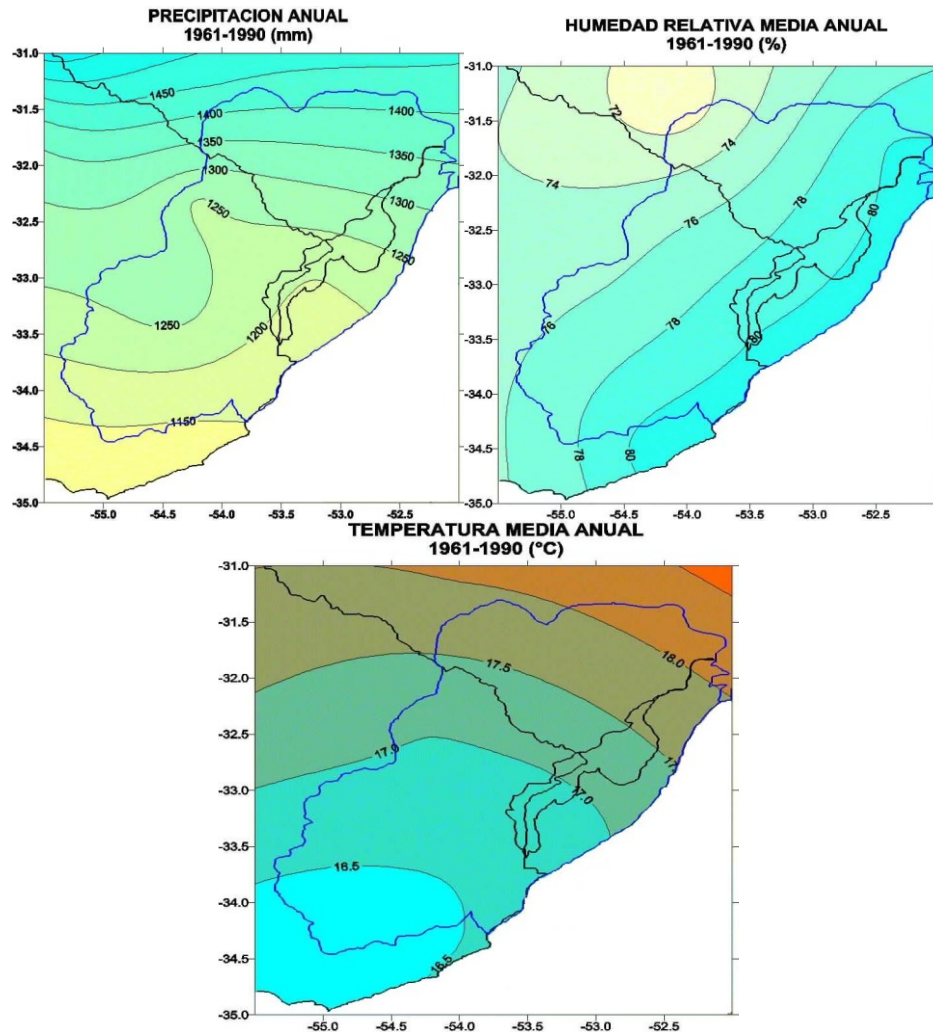


Fig.11: Primeros Mapas Climatológicos de la CBLM, elaborados para este reporte.
Fuente: Elaborado por: Rolan, V.P., Bidegain, M. y Serrentino, C. Ma. Para este informe.

Ha sido recabada la información climatológica disponible para la CBLM generada en otros centros de investigación. De momento no ha resultado integrada a nivel de cuenca. Dada su importancia, se ilustra parte de la misma con mapas climáticos de evaporación media anual, radiación media anual, temperaturas máximas y mínimas medias anuales de Rio Grande do Sul, elaborados por EMBRAPA Clima Temperado, un verdadero referente científico ubicado en la ciudad de Pelotas-RS en Brasil. EMBRAPA e INIA Treinta y Tres (Instituto de Investigación Agropecuaria) de Uruguay se constituyen en los dos Centros de investigación aplicada más relevantes que la CBLM posee en directo apoyo de una producción agropecuaria sustentable.

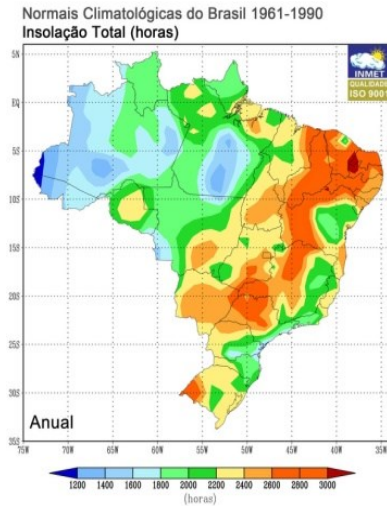


Fig. 12: Mapa de insolação total anual en Brasil.
Fuente: Embrapa Clima Temperado, 2011.

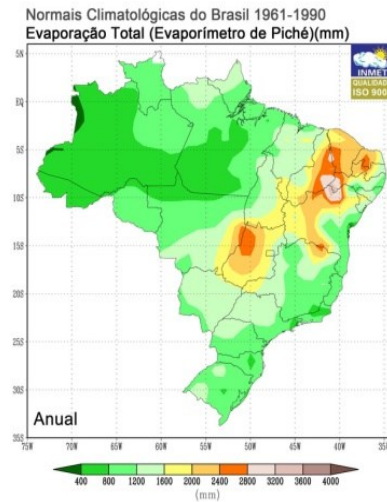


Fig. 13: Mapa de evaporaçao total anual en Brasil.
Fuente: Embrapa Clima Temperado, 2011.

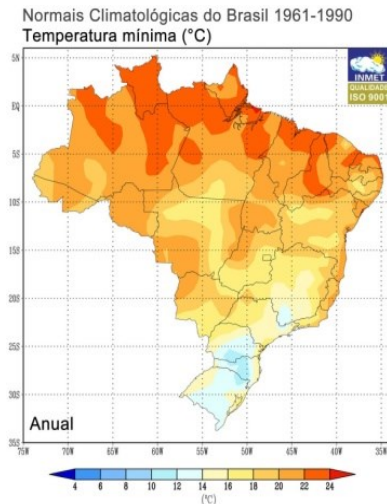


Fig. 14: Mapa de temperatura mínima anual en Brasil.
Fuente: Embrapa Clima Temperado, 2011.

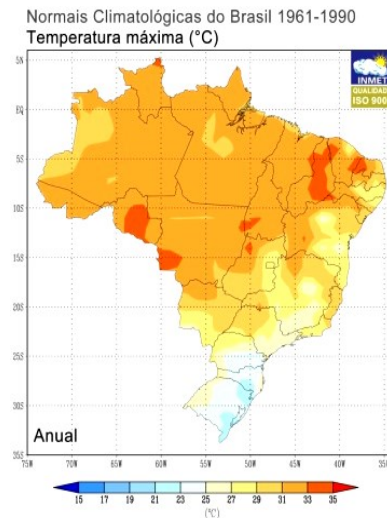


Fig. 15: Mapa de temperatura máxima anual en Brasil.
Fuente: Embrapa Clima Temperado, 2011.

1.2.2. Gráficas climáticas en la CBLM

Se presenta la gráfica con distribución climática térmica a escala temporal mensual en el Uruguay (UY) y la marcha mensual climatológica en la ciudad de Treinta y Tres, capital administrativa uruguaya bajo el Tratado de Cooperación sobre Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la Cuenca de la Laguna Merin de 1977.

Del mismo modo, se ha incorporado la serie temporal de la ciudad de Pelotas-Rio Grande do Sul (RS-Brasil) correspondiente a la distribución mensual de la precipitación, año a año, desde 1890 a 2005, correspondiente a la estación pluviométrica de la Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Asimismo Vaz da Silva, Cardoso y Rejane (2011) señalan en su trabajo la distribución de la temperatura mínima anual (línea verde), del período 1961 a 2010 para la región de Pelotas-RS correspondiente a la estación meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología (INMET). Se identifica una tendencia climática positiva en la serie, luego de aplicarse el test no paramétrico de Mann-Kendall por parte de los investigadores.

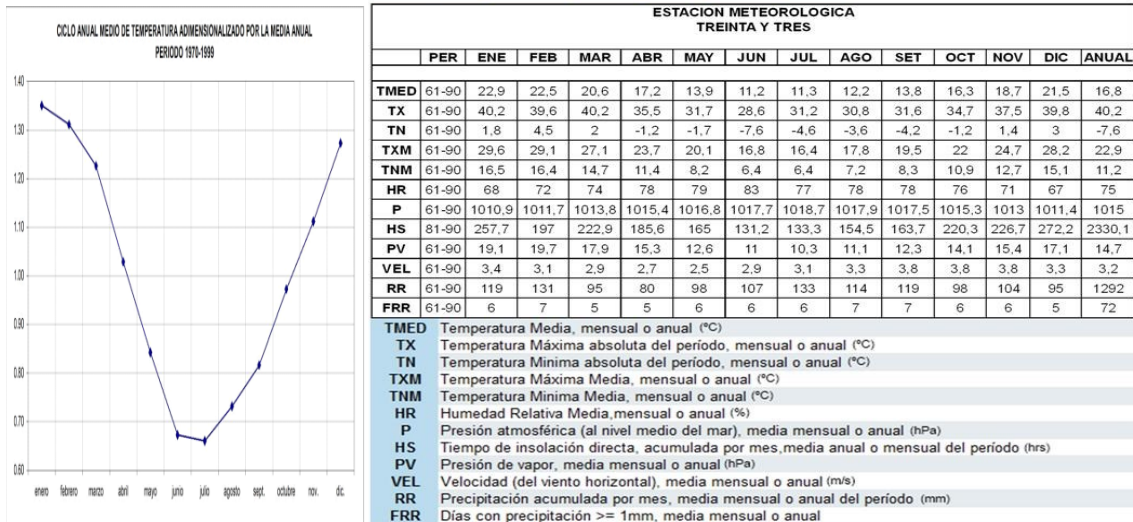


Fig. 16: Distribución climática térmica anual de Uruguay y de Treinta y Tres (UY), capital administrativa de CBLM. Fuente. Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay, 2012.

En el mismo trabajo, destaca que de las estaciones utilizadas, la más relevante dada su localización y registros históricos en la CBLM, (la ciudad de Pelotas) no ha evidenciado ninguna tendencia climática en materia de precipitación. Ello puede observarse asimismo reflejado en el trabajo de Blain, G. et al. (2009).

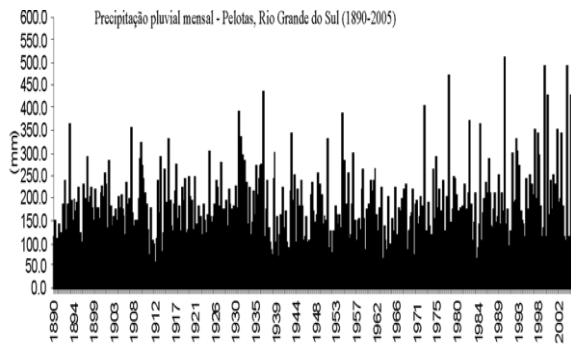


Fig. 17: Serie temporal pluviométrica, Rio Grande do Sul. Fuente: Vaz da Silva, Cardoso y Rejane, 2011

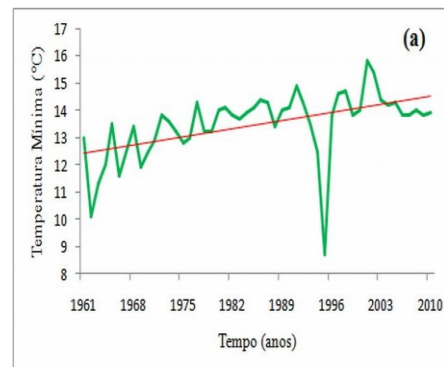


Fig. 18: Temperatura mínima anual de Pelotas-BR. Fuente: Blain et al., 2009.

1.2.3. Estimación del error en la medición de precipitación

Se considera que la estimación del error asociado al levantamiento de información hidrológica presenta una fuerte relevancia, tan importante como el hecho mismo de poseer o no información científica al momento de tomar decisiones.

No conocer el error de la información, que luego de ser analizada brinda información y condiciona fallos diversos, es no solamente inexplicable sino impropio desde la propia ética profesional.

Por lo tanto, se ha entendido de alta prioridad incorporar a este Informe un breve resumen de lo actuado por el IMFIA (Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental) de la Universidad de la República Oriental del Uruguay y la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) con el apoyo de la oficina regional de UNESCO, oportunamente a cargo del Ing. Carlos Fernández-Jáuregui.

Entre otros, se ha estimado el error que tienen las medidas de los datos de precipitación. Para ello, se utilizaron dos métodos: el presentado en la publicación “Hydrologie Generale” 1992, de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne y el recomendado por la Organización Meteorológica Mundial en su publicación “Compendio de apuntes sobre instrumentos meteorológicos para la formación del personal clases III y IV” volumen I.

Luego de verificar que por ambos métodos se obtienen valores similares para el cálculo del error, este se determinó en 9%. Este valor es el correspondiente a las condiciones medias del país (Uruguay) calculado por el primer método y con lo cual nos situamos del lado de la seguridad.

En el primer método, los errores de captación son producidos por:

- Viento.
- Errores del instrumento (deformaciones).
- Mojadura de las paredes.
- Evaporación en el recipiente.
- Pérdidas por salpicaduras.

El IMFIA (Instituto Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental-UDELAR) (2001) concluye que el error debido al viento es el principal, y tiene como variable más sensible su velocidad. Los restantes cuatro tipos de error suman aproximadamente 3%. Para valorarlo debidamente, lo que para la región de la CBLM es un error de cuantificación en precipitación (alrededor de 100mm), significa la vida o la muerte en otra región del mundo. El error de la precipitación es del orden de un mes de precipitación mensual estadísticamente esperada.

1.3. Fisiografía de la CBLM

Se pueden describir dos unidades de suelos principales: las llanuras altas y medias (LA y LM) y las llanuras bajas (LB). Estas últimas se pueden subdividir, a su vez, en llanuras bajas internas (Lbi) y llanuras fluviales y lagunares (Lbf y Lbl).

De conformidad con Columbia University/Probides/CSR/IBAMA (2004), las zonas de marismas se presentan con características variadas pero también con marcadas similitudes desde que están reguladas por la dinámica hídrica del sistema hidrológico de la Laguna Merin.

Las llanuras altas (LA) comprenden tierras planas no inundables por las crecientes periódicas de lagunas o cauces de la zona, con una ligera pendiente hacia la Laguna Merin (0.1 a 1m por km) en altitudes que varían entre 10 y 25 metros sobre el nivel medio de la laguna.

El Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (Uruguay), (PROBIDES, 2002) concluye que en territorio uruguayo, las llanuras altas (del orden de 5,000 km²) se encuentran principalmente al norte del río Cebollatí, en un continuo hacia el Río Yaguarón. Presentan suelos imperfectamente drenados, con horizontes subsuperficiales arcillosos, de fertilidad media a baja y, en general, de propiedades físicas pobres (solods, planosoles y argisoles). Son tierras que en su mayoría tienen un uso pastoril arrocero. Si bien el macro relieve es plano, las llanuras altas presentan un meso relieve ondulado suave y un micro relieve de “ojos de agua” y pequeños cursos de agua fósiles y colmatados. Estas características de relieve han sido eliminadas, en gran medida, por las labores de nivelación y drenaje típicas del cultivo arrocero. Las llanuras medias (LM), menos importantes en extensión (unos 500 km²) que las anteriores, se encuentran en un nivel ligeramente inferior al de las llanuras altas, a una altitud de entre cinco y diez metros, apenas por encima del nivel normal de inundaciones de la Laguna Merin, siempre al este de la llanuras altas.

fertilidad natural media (solods y gleysoles). El gleysol es un suelo profundo pobremente drenado, con un horizonte A de 20 a 30 cm de espesor, de color pardo grisáceo muy oscuro o gris muy oscuro, de textura franco limosa. Es un horizonte ácido (pH: 5.5) con un contenido alto en materia orgánica (4 a 6%). El horizonte B, de unos 60 cm de espesor, aparece luego de una transición clara o gradual. Es gris oscuro o negro que se oscurece en profundidad, de textura franco arcillo limosa o arcillo limosa, de estructura compacta, en bloques gruesos, con concreciones de Fe-Mn. Gradualmente pasa al subsuelo (C) de color gris oliva, a veces moteado y con concreciones de Fe-Mn a las que a veces se asocian nódulos de calcáreo duros. Los horizontes B y C son ligeramente ácidos a algo alcalinos (pH 6.5-7.5). El solod presenta un horizonte superficial de escaso espesor, textura franca o franco limosa, color pardo grisáceo oscuro, ácido (pH 5.5) y baja capacidad de intercambio catiónico (8 a 10 me 100g).

El uso de la tierra es exclusivamente arrocero-ganadero. La alta disponibilidad de agua por bombeo desde el río San Luis (Departamento de Rocha-UY) permitió el inicio del cultivo hace más de tres décadas, lo que ha resultado en la desaparición de la vegetación herbácea natural. La antigüedad de la actividad agrícola ha generado una densa red de canales que obstaculizan (o sistematizan, de acuerdo al punto de vista) el escurrimiento superficial y dificultan el drenaje natural de los suelos.

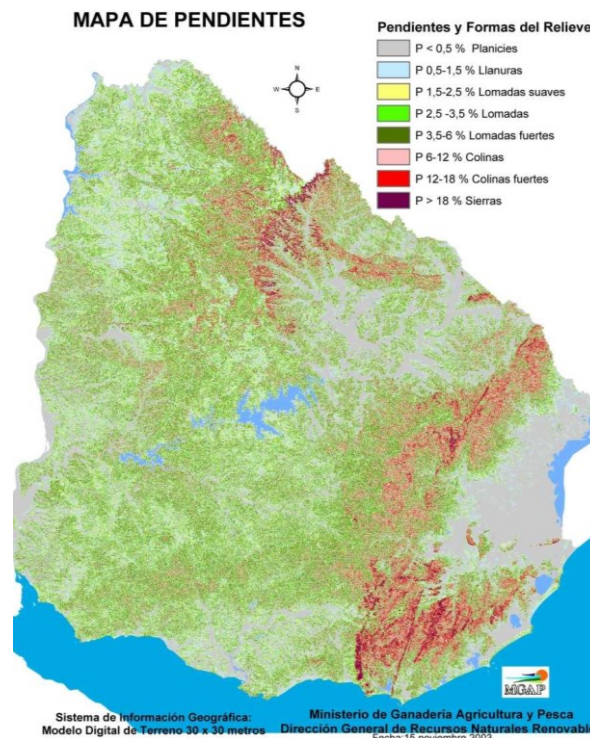


Fig. 20: Mapa digital de terreno, componente uruguayo de la CBLM. (Mapa de Pendientes).
Fuente: MGAP, Uruguay, 2003.

Las llanuras bajas constituyen una unidad geomorfológica de extensión considerable en la Reserva (casi 6,000 km²). Desde el punto de vista de su situación en relación a los cauces y lagunas, se pueden separar en dos grandes grupos: las llanuras bajas internas (Lbi), que comprenden tierras planas que se inundan todos los años por períodos variables (unos 1,600 km², de las que la mitad se ha drenado para el cultivo del arroz), que incluyen áreas de tipo bañados y esteros (por. ej. el estero de Pelotas), dominadas por gleysoles háplicos; y las llanuras bajas fluviales y lagunares (LBf y LBI), que incluyen todas las tierras planas y bajas que se inundan de manera regular o irregular por desborde de cauces o por aumento del nivel del espejo de agua de las lagunas. Los suelos predominantes son, en el caso de LBf, los fluvisoles; en el caso de las LBI, y especialmente en las llanuras bajas lagunares de la Laguna Merin (LM), los gleysoles háplicos, histosoles y arenosoles.

Las llanuras bajas lagunares ocupan unas franjas relativamente estrechas y continuas alrededor de la laguna, situadas a cotas comprendidas entre uno y tres metros, a veces llegando a cinco metros. Dependiendo del nivel de la LM, pueden inundarse. Esta unidad, es de gran importancia, porque en ella están representadas la mayor parte de los bañados y planicies de inundación contiguos a la LM y constituyen, junto a las dunas y playas, la enorme mayoría de los hábitats más naturales del área.

El gleysol háplico melánico de estas llanuras es un suelo profundo y pobremente drenado que posee un horizonte superficial de 30 a 60 cm de espesor, color negro a pardo grisáceo muy oscuro, textura desde arenosa hasta franco arcillo limosa y con contenido de materia orgánica alto o medio (3.5-7%) y reacción moderadamente ácida (pH 6.0-6.5). El histosol es un suelo constituido por turba esponjosa de color pardo oscuro, profundo y pobremente drenado con un horizonte superficial de 30-60 cm de espesor. El arenosol, que se desarrolla en las crestas de playa, es un suelo de drenaje moderado que muestra muy poca diferenciación, siendo la textura uniformemente arenosa en todo el perfil. Mientras que el histosol permanece saturado casi todo el año, el arenosol se inunda por períodos breves en el invierno (PROBIDES, 2002).

En resumen, las llanuras altas y medias constituyen el substrato edafológico principal del cultivo del arroz en el área, mientras que las llanuras bajas, hacia donde el cultivo no ha podido penetrar por razones de inundación o saturación, constituye la unidad en la que encontramos los humedales.

Para completar la descripción, es necesario mencionar a las llanuras bajas fluviales (LBf), que en UY comprenden las llanuras bajas adyacentes a los cauces principales y secundarios –ríos como el Tacuarí, Olimar y Cebollatí; y arroyos como el Ayala, el Sarandí Grande y el Zapata-inundables en forma irregular, con suelos pobremente drenados y de calidad variable. Son en general fluvisoles, suelos profundos y pobremente drenados que presentan un perfil caracterizado por la estratificación aluvial, con predominio de los niveles arenosos de colores variados.

Los humedales de tipo bañado ocupan las llanuras bajas lagunares y fluviales que pueden estar inundadas de forma permanente o temporal. Es posible distinguir dos tipos principales de bañados por su ubicación: los bañados costeros a la LM y los bañados interiores. El uso de la tierra en las planicies de inundación de los ríos y arroyos actualmente activos es pastoril limitado, con un tapiz de calidad buena a regular, de ciclo netamente estival, y que presenta monte ribereño o pajonales de densidad variable.

El cultivo del arroz, en algunos casos, ha avanzado considerablemente sobre esta unidad.

1.4. Hidrología superficial de la CBLM

1.4.1. Características hidrológicas

En lo que respecta a su disponibilidad hídrica, el potencial de desarrollo de la región de la Laguna Merin es grande. Los usos del agua predominantes en la CBLM están dirigidos por el riego, el abastecimiento humano, el consumo animal y finalmente el consumo industrial.

Sin embargo, por lo expuesto, especial cuidado debe prestarse a la calidad de sus aguas, ya que la disponibilidad y la debida accesibilidad están profundamente ligadas a la salud ambiental, condicionando el uso armónico de los usos de agua en la CBLM. Como en toda cuenca compartida, estas mejoran las relaciones entre las Partes. Esto posibilitará según Gilnei Machado (2007), la planificación de las actividades futuras y la administración de estos recursos. Asimismo, como fuera expresado en materia meteorológica, nada podría gestionarse en materia de recursos hídricos sin información hidrométrica confiable y en tiempo útil.

Embrapa Clima Temperado (2009) argumenta que existe carencia de conocimientos en la región Merin en relación a la capacidad de soporte de la Cuenca, en función del deterioro de la red hidrometeorológica regional, de los recursos reducidos para la investigación y el monitoreo inadecuado de la calidad de agua, con una baja frecuencia y pocos puntos de muestreo; todo

ello con la fuerte influencia de la producción agropecuaria en el área, principalmente el arroz bajo riego.

Uruguay posee una de las redes hidrográficas más densas del mundo. Los ríos de Uruguay se caracterizan por no disponer de saltos de agua de relevancia y por no contar con una densidad de energía cinética importante (en general las velocidades se encuentran por debajo de 1 m/s). Particularmente, en la región de la CBLM predominan comportamientos típicos de la hidrología de llanura.

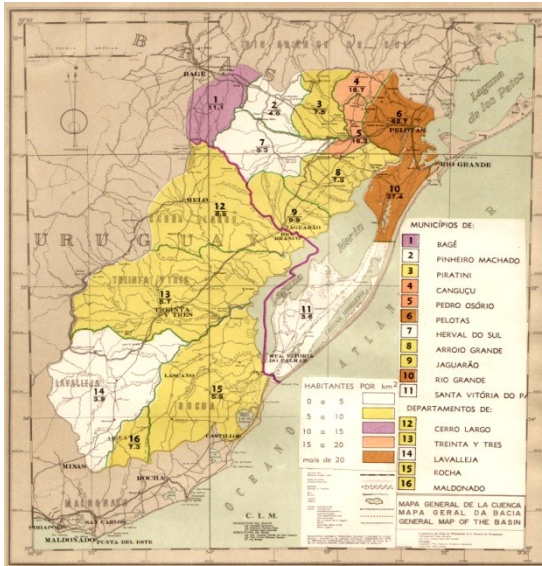


Fig. 21: Mapa histórico de la CBLM: Densidad Poblacional en la década de los 60's.

Fuente: Proyecto FAO/PNUD/Uruguay/Brasil, FAO, Roma 1972.

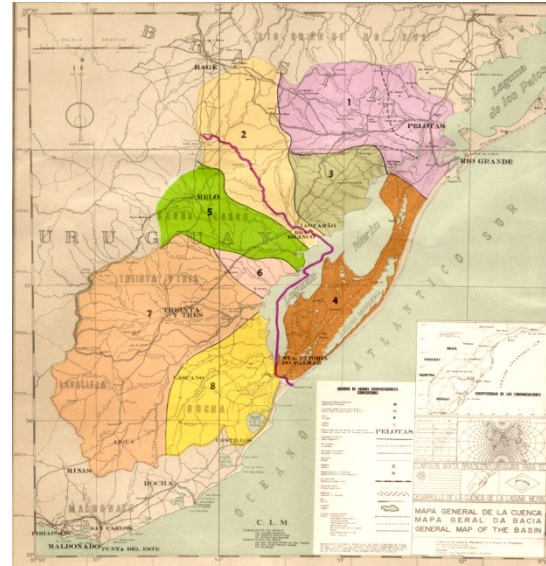


Fig. 22: Mapa histórico de la CBLM: subcuencas. 1) San Gonzalo, 2) Jaguarón, 3) Arroyo Grande, 4) Cuenca Sudeste, 5) Taquarí, 6) Sarandí y otros, 7) Cebollatí, 8) San Luis, San Miguel y otros.

Fuente: Proyecto FAO/PNUD/Uruguay/Brasil, FAO, Roma 1972.

No obstante la densidad de recurso disponible, no coincide con el actual diseño de la red hidrometeorológica, no posee visión de Cuenca y se cree que las sub-redes existentes no son lo suficientemente representativas del comportamiento espacio-temporal así como de la real importancia de los recursos hídricos a ser gestionados.

Los recursos hídricos emblemáticos de la llanura uruguaya en la CBLM son: el Río Jaguarón (curso internacional fronterizo en la Cuenca de la Laguna Merin) y los Ríos Cebollatí, Tacuarí y San Luis.

Consorcio Oriental (2004) señala que el Río Cebollatí nace en la Cuchilla Cerro Partido (Departamento de Lavalleja) y transcurre en dirección SW-NW. Su cuenca tiene una extensión estimada de 14.085 km² y atraviesa en Uruguay los Departamentos de Treinta y Tres y de Rocha. Se constituye en el curso más importante de la región y posee un área de captación de unos 14.100 km² aguas arriba de la localidad Enrique Martínez (La Charqueada, en este lugar se miden solamente niveles de pelo de agua; allí se ubica con el mismo nombre el puerto más importante de salida de los commodities uruguayos generados en la CBLM) y a unos 27 km de su desembocadura en la Laguna Merín (MTO, 1996) en forma de delta. Su curso se encuentra moldeado por el oleaje producido por vientos dominantes del este, sudoeste y norte, de manera que se han desarrollado espigas hacia el norte y hacia el sur de la desembocadura (Probides, 2000). Previamente a la generación de este delta, el Río Cebollatí descargaba sus aguas en un estuario que se fue rellenando progresivamente con los sedimentos aportados por el mismo, formándose una serie de islas entre las que se destaca la Isla del Padre, propuesta por PROBIDES como parte de un Área Natural Silvestre.

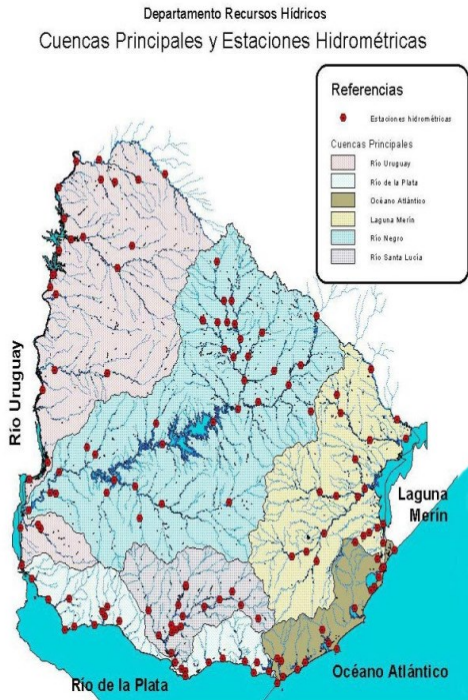


Fig. 23: Grandes Cuencas de Uruguay.
Fuente: MTOP, 2012

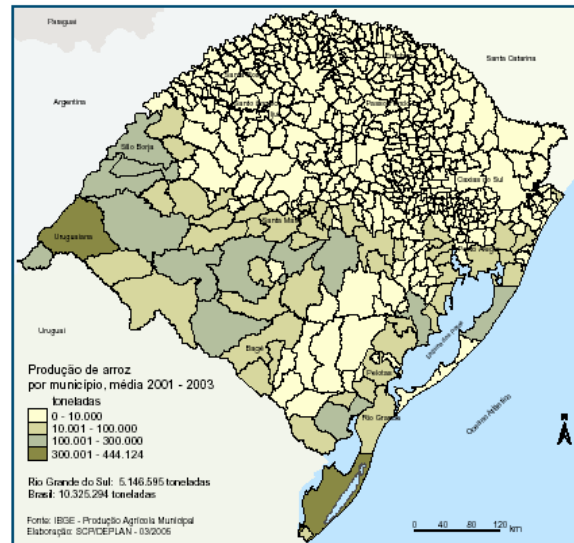


Fig. 24: Principales Municipios Productores de Arroz en Rio Grande do Sul.
Fuente: da Fonseca, Strauch & Paiva de Lima, 2005.

Paralelamente, el río Yaguarón nace en Brasil. Posee una longitud de aproximadamente 25 km de extensión y su cuenca abarca aproximadamente 3,000 km². Se encuentra en gran parte canalizado mediante unos 60 espigones de hormigón y de piedra que son cubiertos por las aguas en condiciones de crecida.

En la parte brasilera de la CBLM, el principal tributario es el Río Piratiní, cuya sub-cuenca ocupa un área del orden de los 5,760 Km². Recibe a lo largo de su curso la contribución de numerosos afluentes de los que el más importante es el arroyo Basilio, que drena aproximadamente un tercio del área total de su sub-cuenca.

Fraga (2007) señala que en la distribución anual de los caudales medios mensuales en la sub-cuenca del río Piratiní se observa que para siete puestos de medición analizados existe una tendencia incremental de los caudales en mayo y un decrecimiento en el mes de abril. Ello, a pesar de la ocurrencia de oscilaciones de caudal entre enero a marzo, se considera para la Laguna Merin un año hidrológico iniciado en mayo y terminado en abril. Este resultado concuerda con el presentado por Tucci (2001).

Dado que se ha hecho particular énfasis en las redes hidrometeorológicas se mencionan competencias y algunas de sus generalidades. La DINAGUA (Dirección Nacional de Aguas del Uruguay; Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)), tiene la responsabilidad respecto al inventario de los recursos hídricos y de su cuantificación periódica. La calidad de las aguas es competencia y responsabilidad de la Dirección de Medio Ambiente (DINAMA) del mismo MVOTMA. Dicho inventario ha sido constituido mediante la creación de un Banco de Datos Hidrométricos, a cargo de su Departamento de Hidrología y un inventario de aprovechamientos, a cargo de su Departamento de Administración de Aguas.

REGIÓN	ÁREA (km ²)	CAUDALES ESPECÍFICOS (L/s/km ²)			
		PERÍODO 1980 – 2004			
		ANUAL	DIC-MAR	ABR-JUL	AGO-NOV
SUROESTE	1748	8.3	5.0	10.1	9.8
CENTRO OESTE	4085	11.9	9.8	13.4	12.6
SUR	16785	13.1	6.7	17.0	15.7
SURESTE	5012	14.2	7.1	18.4	17.1
CENTRO ESTE	13714	16.5	7.6	24.8	17.1
ESTE	11115	19.5	10.1	26.1	22.2
NORTE	20373	17.2	12.4	25.2	13.9
NORESTE	10006	21.7	13.0	30.5	21.6
TOTALES:	82838	16.5	9.6	22.9	16.9
LAMINA ESCURRIMIENTO (mm)		520	100	242	178

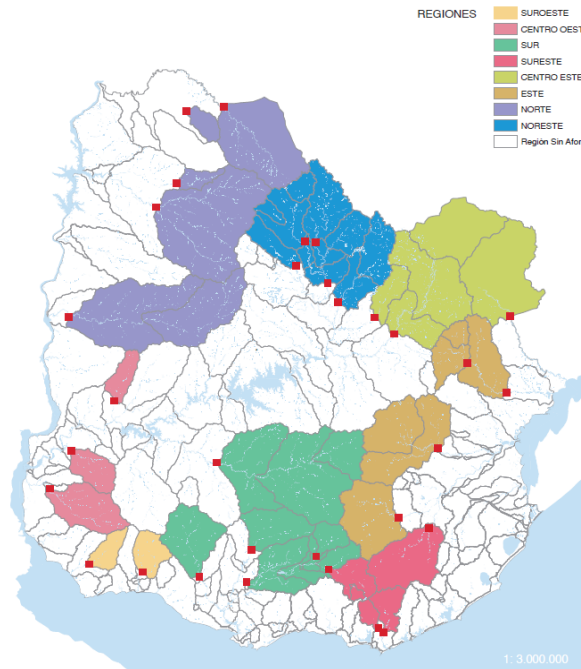


Fig. 25: Regionalización de escurrimientos medios anuales y estacionales (1980 – 2004).
Fuente: MVOTMA, 2010.

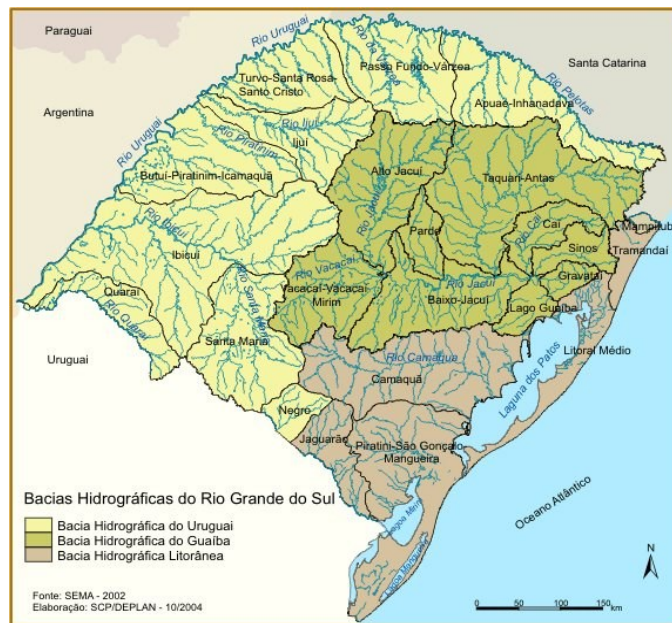
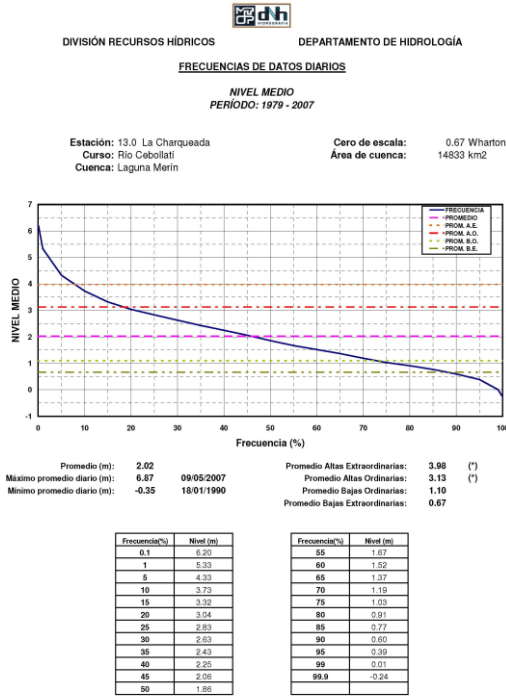


Fig. 26: Red Hidrográfica de Rio Grande do Sul (RGS-Brasil).
Fuente: SEMA, 2002.



1) Art. 36 del Código de Aguas:
1) Se determinará el nivel medio de las aguas, tomando al efecto períodos de observación no menores de doce años.
2) Se fijará el promedio de altas aguas ordinarias, que corresponderá al promedio de todas las alturas de aguas que sobrepasen el nivel medio.
3) El promedio de todas las alturas de aguas que sobrepasen la altura determinada de acuerdo con el numeral 2° corresponderá al promedio de las crecidas extraordinarias.

Fig. 27: Frecuencia de datos diarios en Río Cebollati.
Fuente: MTOP, 2007a.

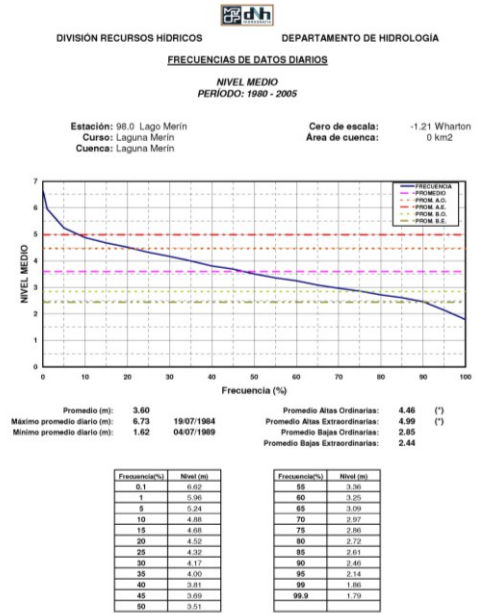


Fig. 28: Frecuencia de datos diarios en la Laguna Merin.
Fuente: MTOP, 2007b.

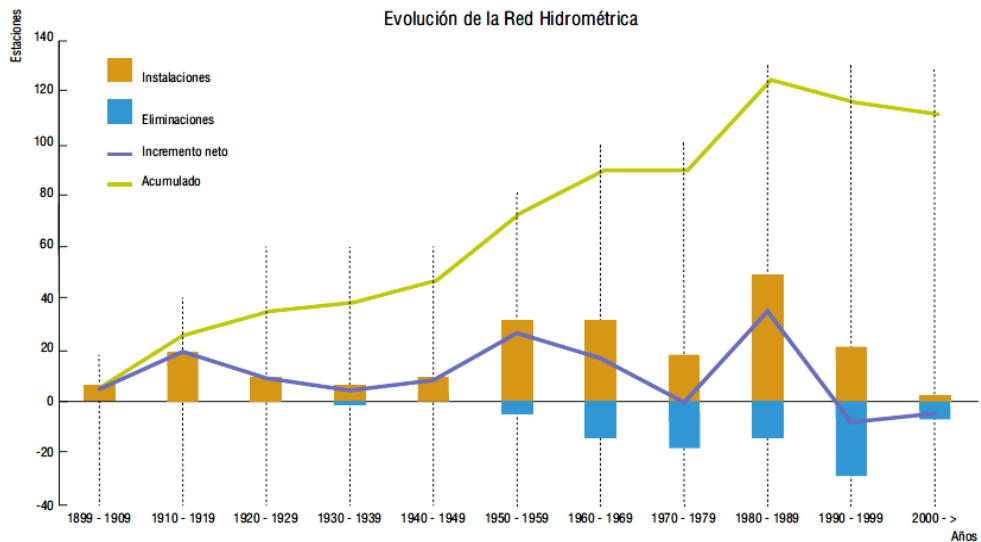


Fig. 29: Evolución de la Red Hidrométrica en el Uruguay.
Fuente: MTOP, 2011.



Fig. 30: Red Hidrográfica del Uruguay.
Fuente: Consorcio Oriental, 2004.

El primero concentra la información generada por una red de observaciones hidrométricas (niveles y caudales de aguas superficiales) y realiza el procesamiento primario de esos datos. El segundo es mantenido y actualizado mediante la recepción, estudio y aprobación de proyectos de aprovechamiento de aguas, tanto de aguas superficiales como subterráneas y el otorgamiento, registro y control de los derechos de uso derivados.

Código Estación	Nro. Adicional	Curso de agua	Área (Km ²)	Período	70	75	80	85	90	95	99
					130520105	171.1	Río Arapey	6958	1985-1999		
150830105	140.0	Río Dayman	3183	1985-1999							
170870105	141.0	Río Queguay	7866	1985-1999							
193750105	18.0	Río San Salvador	2158	1985-1999							
210700205	135.1	Río San Juan	739	1985-1999							
307000205	46.1	A° San Carlos	796	1970-1998							
410720105	97.0	Río Tacuari	3540	1985-1999							
430580205	10.1	Río Olimar	4680	1970-1999							
440330105	14.0	Río Cebollati	2850	1985-1999							
500560205	65.1	Río Negro	8150	1985-1999							
510500105	51.1	Río Tacuarembó	2310	1970-1999							
536850105	55.1	A° Yaguari	2467	1970-1999							
580650205	125.1	Río Yí	8750	1970-1999							
575820105	124.0	A° Gde del Sur	3120	1985-1999							
600940105	59.1	Río Santa Lucía	4915	1970-2000							
650630205	73.1	Río San José	2298	1970-1999							

Fig. 31: Información de caudal disponible en cursos hídricos relevantes de Uruguay, 2001.
(Aclaración: Los Ríos Tacuari, Olimar y Cebollati pertenecen a la CBLM)
Fuente: IMFIA-UDELAR/MTOP-DNH, 2001.

El proyecto de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, llevado adelante por el MIEM (ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay), ha concluido que el uso de las aguas superficiales se realiza a partir de tomas por extracción directa de ríos, arroyos, lagos, lagunas, y mediante represas y tajamares construidos en las distintas cuencas hidrográficas (MIEM, 2010).

La Dirección Nacional de Aguas del Uruguay (DINAGUA), es responsable de las estaciones hidrométricas, las que se emplazan en los principales cursos de agua o en secciones que revistan algún interés particular. En la actualidad, la red hidrométrica abarca un total de 103 estaciones activas donde se miden regularmente los niveles de agua. En aproximadamente el 45% de las estaciones de la red se realizan aforos.

En función de la disponibilidad de datos colectados, se ha considerado de importancia, incorporar un ejemplo del cálculo del Balance Hídrico (BH), que en diferentes cuencas uruguayas (período 1985-1999) ha llevado adelante el Instituto de Mecánica de los Fluidos y Saneamiento Ambiental (IMFIA) perteneciente a la UDELAR (Universidad de la República O. del Uruguay) junto con la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) de Uruguay.

Para ello, se ha incorporado al informe información sobre Balance Hídrico (BH), de la Sub-Cuenca Paso Dragón del Río Tacuarí, uno de los tributarios de mayor relevancia de la CBLM en territorio uruguayo.

En la componente uruguayaya, se han incorporado al presente informe información morfológica y de escurrimiento medio de las subcuencas Paso Dragón (Río Tacuarí) y Paso de Corbo (Río Cebollatí), dos de los tributarios de la Laguna Merin, de mayor relevancia en el territorio uruguayo de la CBLM.

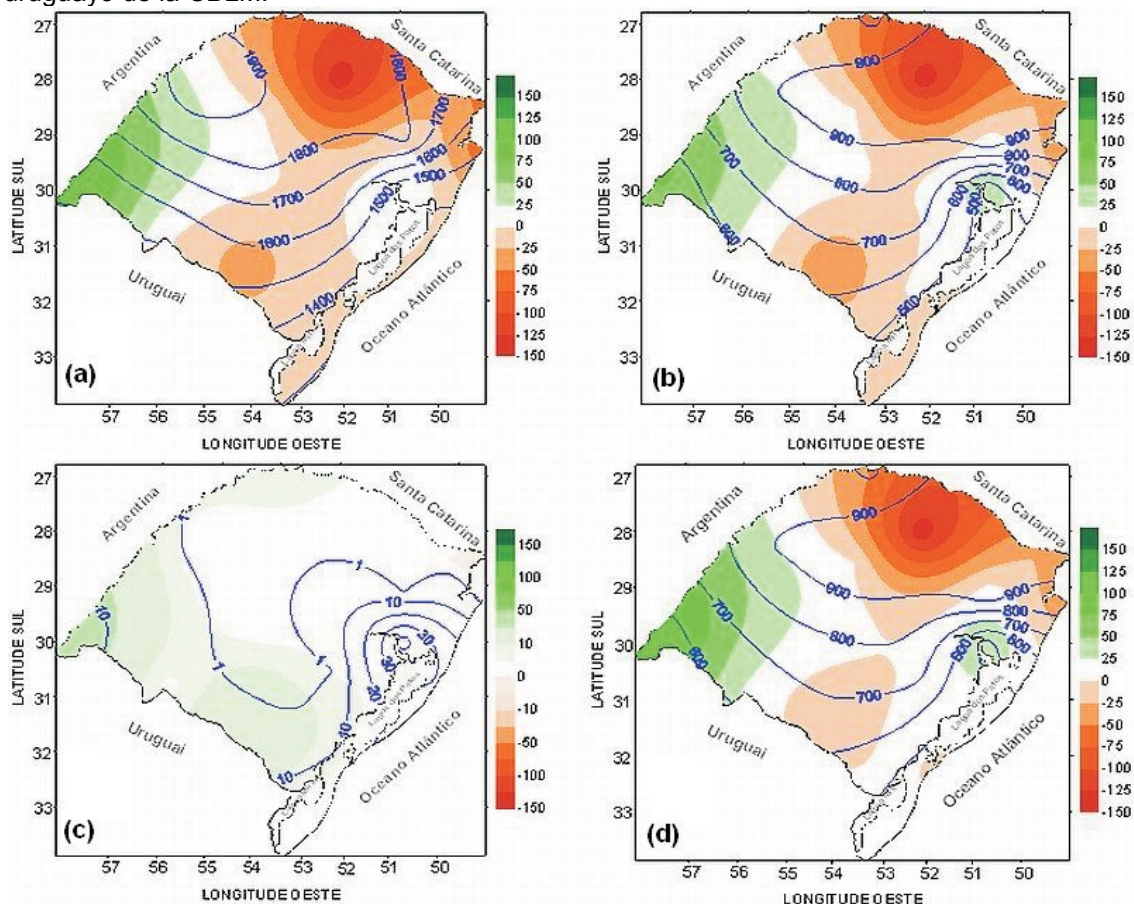


Fig. 32: Anomalías de los componentes del balance hídrico en Rio Grande do Sul-Brasil, de 1977 a 1986 (contornos color naranja y verde), en relación al balance hídrico climatológico - 1977 a 2006, (isolíneas): (a) precipitación pluvial, (b) disponibilidad hídrica, (c) deficiencia hídrica y (d) exceso hídrico.

Fuente: Vaz da Silva, 2011.

Código Estación	Nro. Adicional	Cuenca	latitud	longitud	Alt. Meda (m)	Área (Km ²)	Periodo	P	Q	ETR	Discrepancia	Cesorrenia	Qesp. (l/s/km ²)	AD (mm)
								(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)			
130520105	171.1	Arapey	S 31°14'	W 57°06'	207	6958	1985-1999	109.5	41.7	68.5	-0.7	0.40	16.1	43.6
150830105	140.0	Derman	S 31°27'	W 57°48'	141	3183	1985-1999	106.6	24.9	76.5	5.2	0.23	9.6	61.0
170870105	141.0	Queguay	S 32°08'	W 57°56'	125	7866	1985-1999	103.6	33.9	69.6	0.2	0.33	13.1	61.5
193750105	18.0	Paso Ramos	S 33°33'	W 58°10'	82	2158	1985-1999	99.7	34.5	63.5	1.8	0.33	13.3	62.0
210700205	135.1	Paso Antolín	S 33°28'	W 57°47'	99	739	1985-1999	93.5	19.1	57.5	16.9	0.20	7.4	114.1
307000205	46.1	San Carlos	S 34°46'	W 54°54'	114	796	1970-1998	89.2	31.1	58.6	-1.5	0.35	12.0	69.5
410720105	97.0	Paso Dragón	S 32°46'	W 53°45'	129	3540	1985-1999	112.2	40.9	70.0	1.3	0.37	15.8	95.0
430580205	10.1	Olimar	S 33°15'	W 54°24'	146	4680	1970-1999	110.3	49.0	62.1	-0.8	0.44	16.9	78.5
440330105	14.0	Pirada de Corbo	S 33°50'	W 54°46'	186	2850	1985-1999	96.5	37.7	58.8	0.1	0.40	14.5	78.4
500580205	65.1	Paso Aguirre	S 32°18'	W 54°51'	165	8150	1985-1999	115.8	37.0	77.6	1.2	0.32	14.3	116.2
510500105	51.1	Manuel Díaz	S 31°32'	W 55°41'	210	2310	1970-1999	119.1	48.6	69.6	0.9	0.41	16.7	114.9
536850105	55.1	Pirada de Cuélio	S 32°02'	W 55°22'	198	2467	1970-1999	106.6	44.4	61.4	0.8	0.41	17.1	102.2
580650205	125.1	Durazno	S 33°22'	W 56°31'	149	8750	1970-1999	102.8	40.4	62.1	0.4	0.39	15.6	71.8
575820105	124.0	Paso de Lago	S 33°15'	W 57°20'	119	3120	1985-1999	102.4	16.2	49.2	36.9	0.16	6.3	108.2
600940105	59.1	Paso Paché	S 34°22'	W 56°15'	112	4915	1970-2000	95.6	34.8	60.0	0.9	0.36	13.4	71.8
650630205	73.1	San José	S 34°19'	W 56°43'	112	2298	1970-1999	94.2	29.7	62.7	1.8	0.32	11.5	108.2

Fig. 33: Resumen de información del balance hídrico en Uruguay, 2001.
Fuente: IMFIA-UDELAR/MTOP-DNH, 2001.

Balances Hídricos Superficiales en Cuencas del Uruguay

3.2.7 Cuenca Paso Dragón

Cierre: Estación Paso Dragón (97.0)

Cauce: Río Tacuari

Periodo	
Desde	Hasta
1985	1999

Latitud	Longitud
S	W
32°46'	53°45'

Morfología de la cuenca

Área (km ²)	IC	L _{cauce} (km)	P _{cauce} (%)	P _{cuenca} (%)	Altura media (m)
3540	1.3	133.5	0.12	1.09	129

Escorrentia media

Q específico (l/s/km ²)	C _{cesorrenia}
15.8	0.37

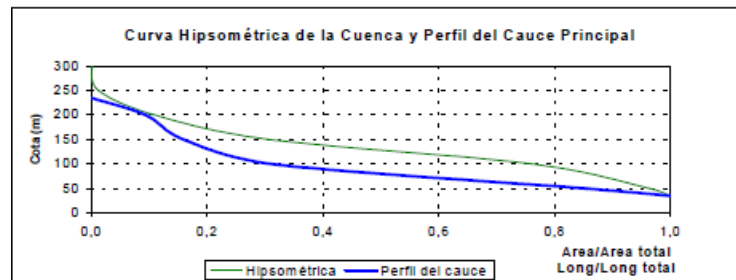
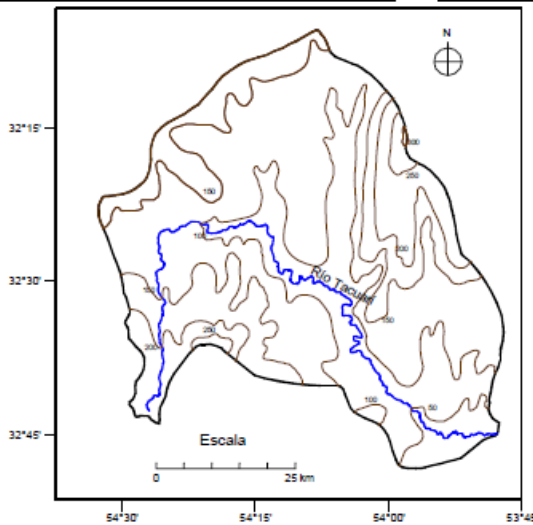


Fig. 34. Información morfológica y de escorrentia media de la subcuenca Paso Dragón (Río Tacuari).
Fuente: IMFIA-UDELAR/MTOP-DNH, 2001.



3.2.9 Cuenca Paso de Corbo

Cierre: Estación Paso de Corbo (14.0)

Cauce: Río Cebollati

Periodo	
Desde	Hasta
1985	1999

Latitud	Longitud
S	W
33°50'	54°46'

Morfología de la cuenca

Area (km ²)	IC	L _{cauce} (km)	P _{cauce} (%)	P _{cuenca} (%)	Altura media (m)
2850	1.2	78.4	0.25	6.17	186

Escorrentamiento medio

Q específico (l/s/km ²)	C escorrentía
14.5	0.40

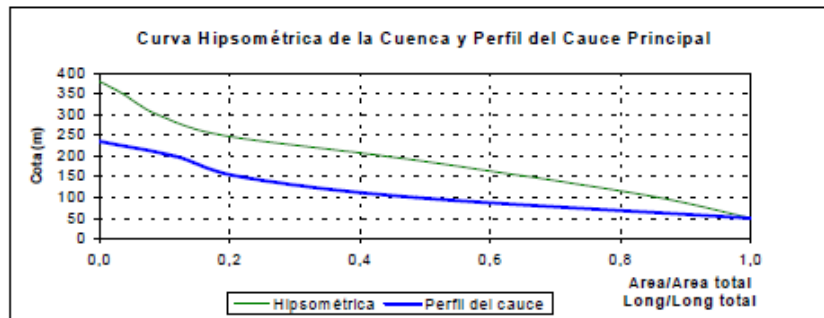
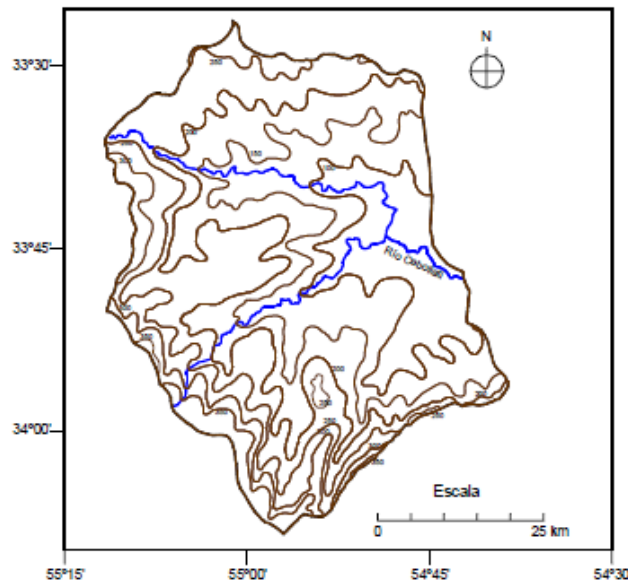


Fig. 35. Información morfológica y de escorrentamiento medio de la subcuenca Paso de Corbo (Río Cebollati). Fuente: IMFA-UDELAR/MTOP-DNH, 2001.

Ajuste del modelo

Mediante gráficos comparativos de los números de Nash, coeficientes de correlación y coeficientes de escorrentía obtenidos con cada una de las cuencas calibradas de las dos formas se puede apreciar la bondad del modelo, y la posibilidad de su calibración regional.

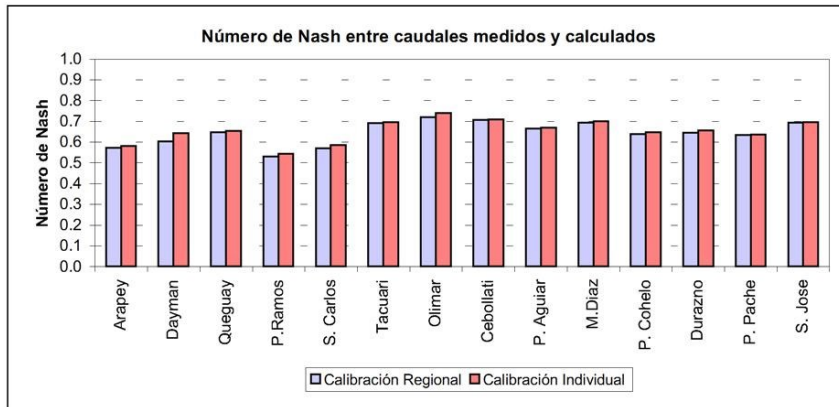


Fig. 36: Ajuste del modelo.
Fuente: IMFIA-UDELAR/MTOP-DNH, 2001

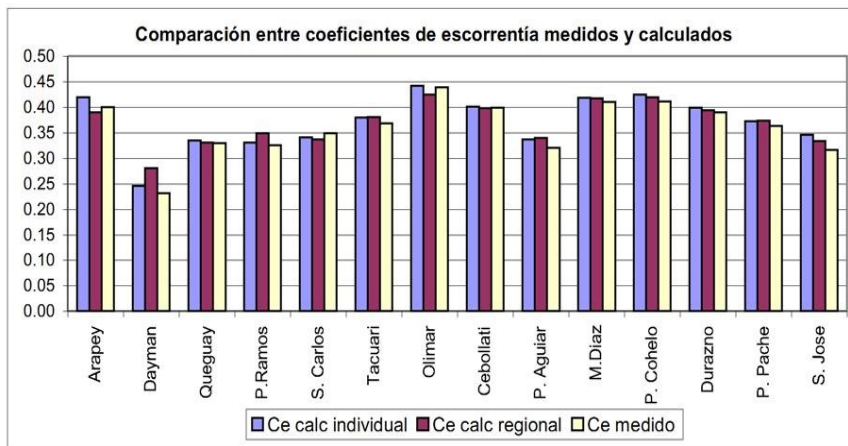


Fig. 37: Comparación entre coeficientes de escorrentía medidos y calculados para diferentes subcuencas.
Fuente: IMFIA-UDELAR/MTOP-DNH, 2001.

1.4.2. Uso público urbano

La disponibilidad de agua potable y el saneamiento, es en la CBLM un derecho humano fundamental y así se halla reglado en la normativa ambiental de ambos países.

Distribución del uso de las aguas superficiales

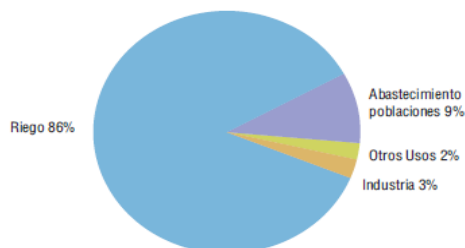


Fig. 38: Destino de Derechos de Aprovechamiento de agua superficial registrados.
Fuente: DNH-MTOP, 2010.

De acuerdo con ANA, la Agencia Nacional de Aguas de Brasil, la Región Hidrográfica Atlántico Sur (RHAS) se destaca por abrigar un expresivo contingente poblacional, un destacado desarrollo económico y ser de particular importancia en la industria del turismo.

La RHAS linda al norte, casi con la divisoria de los estados de São Paulo y Paraná, extendiéndose al sur hasta la CBLM en el arroyo Chuí (Chuy, en español), frontera con la República Oriental del Uruguay. La RHAS posee un área total de 185,856 km², el equivalente al 2% del Brasil.

Abarcando extensiones en Brasil, de los Estados de Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul (donde se halla la CBLM), la región RHAS tiene cerca de 11.6 millones de habitantes, siendo que el 85 % están localizados en área urbana.

La referida RHAS comprende a 451 Municipios y 411 Sedes Municipales, entre las cuales destacan, en el contexto socioeconómico: Paranaguá (Paraná); Joinville y Florianópolis (Santa Catarina); Caxias do Sul, Santa María; Pelotas (CBLM) y el área Metropolitana de Porto Alegre (en Rio Grande do Sul).

Es así que, la población de la RHAS está concentrada principalmente en las unidades hidrográficas del litoral de Santa Catarina y Guaíba. Los indicadores de saneamiento muestran que, el 80.6% de la población están abastecidos de agua, un valor próximo a la media nacional (81.5%). Todas las unidades hidrográficas de la región presentan un bajo nivel de asistencia de la población en materia de efluentes (alcantarillado), con valores de entre 22.4 a 45.1%, que están bajo de la media del Brasil (de 47.2%).

La Agência Nacional de Águas establece que el nivel de efluentes tratado también es bajo, presentando valores entre 5.9 y 13.5% (ANA, 2011).

Merece particular destaque, el hecho de que (de acuerdo al Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)), en la región sur del Brasil –donde se halla la CBLM- los domicilios abastecidos de agua por la red general se han incrementado, de un 69.1% (2000) a un 84.2% (2008) en 8 años de gestión. Este es un dato relevante de la salud ambiental de la CBLM.

Obras Sanitarias del Estado (OSE, 2011a) tiene por Ley y a su único cargo el abastecimiento de agua potable en todo el territorio nacional y se presta a alrededor de 2,996,750 habitantes a través de 979,235 conexiones (octubre 2010), lo que significa una cobertura de la población nucleada de más del 99% en ciudades capitales Departamentales, del 98 % de la población nucleada y del 93 % de la población total del País, mientras que la media mundial es de 57%.

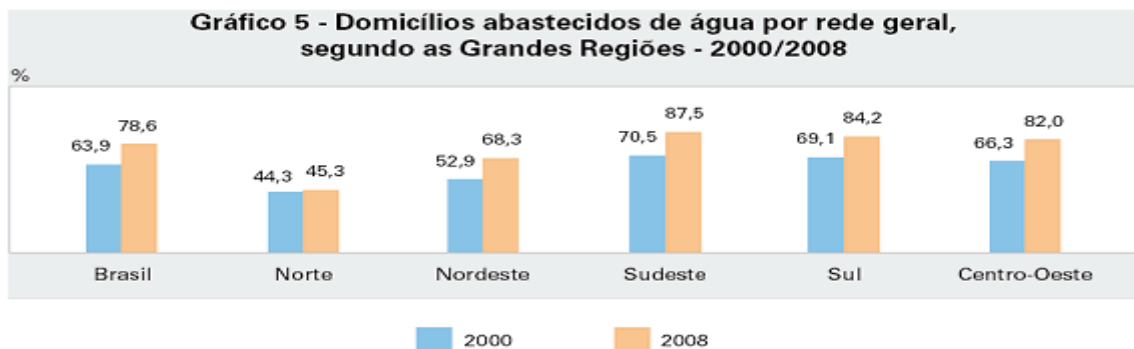


Fig. 39. Domicilios abastecidos de agua por la red general, según las grandes regiones.
Fuente: IBGE, 2009.

OSE presenta 72 plantas potabilizadoras, 734 perforaciones, 691 depósitos de reserva y distribución, 22 embalses y 14,260 km de redes de distribución.

El agua producida en todo el Uruguay (2010) es i) Superficiales en un 91%, 298,243 millones de m³ y ii) Perforaciones en un 9%, 26,669 millones de m³, con un total de 327,912 millones de m³.

En lo que, refiere a la calidad del agua potable, se puede considerar excelente en relación a los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

A diferencia de otros servicios, la política de agua potable en Uruguay es que, el agua potable debe suministrarse con la misma calidad, tanto en zonas de pobreza como en sectores de mayores recursos, según los siguientes criterios generales: i) Población más vulnerable y deficiencias nutricionales; ii) Mayor exposición a contaminaciones y situaciones de hacinamiento; iii) Deficiente higiene personal y doméstica; y iv) Menor cobertura médica, con consecuencias más graves (OSE, 2011b).

OSE (2011a) informa que en el Uruguay se producen algo más de 300 millones de metros cúbicos al año, el 94% de los cuales son efectivamente consumidos. OSE calcula que cada habitante consume unos 150 litros diarios. Más del 60% del agua producida, se genera en la planta potabilizadora de Aguas Corrientes en el Departamento de Canelones a 56 km de Montevideo.

En base a un excelente nivel de cobertura de agua potable, Uruguay ha prácticamente eliminado los brotes epidémicos y enfermedades aisladas de transmisión hídrica. Es el único país de América que no registra casos de cólera en la pandemia que azotara al continente americano entre los años 1991 y 2000.

Asimismo, en la envasadora dependiente de OSE que está situada en la zona de Cuchilla Pereyra (Departamento de Montevideo) y se abastece del agua potable de la 5ta. Línea de bombeo, donde, si bien esta agua es de excelente calidad, a los efectos de ser envasada, se le realiza un proceso que consta del pasaje del agua a través de baterías de filtros de pequeño tamaño de poro, filtros de carbón activado granular desechables y un sistema de desinfección por ozono. La producción máxima es de 6,000 litros por hora en envases de material sintético de 1.25 litros, usados para envasar líquidos. En el envase se imprime la fecha de vencimiento y está prohibida su comercialización (OSE, 2011b). Esta es utilizada en situaciones de emergencia hídrica nacional e internacional.



Fig. 40: Planta potabilizadora de Aguas Corrientes en 2006.
Fuente: OSE, 2011a.



Fig. 41: OSE - Envasado de sachetes de agua potable en Cuchilla Pereyra en Montevideo-UY.
Fuente: OSE, 2011a.

OSE (2011) establece que las conexiones domiciliarias son 97% urbanas y 84% rurales. En materia de saneamiento, el alcantarillado urbano es de un 81% mientras que el rural es de 42%, situación que se cumple en el ámbito de la CBLM (OMS/UNICEF/JMP, 2006).

1.4.3. Infraestructura hidráulica

La Cuenca de la Laguna Merin no presenta por sus características generales aprovechamientos hidroeléctricos (presas) dada su gran componente de llanura y bajas pendientes. No obstante, desde la década de los 70's (Plan de Operaciones de la Cuenca Binacional de la Laguna Merin) se han formulado con visión particularmente futurista por parte de los especialistas a su cargo, aprovechamientos mixtos en lugares claves de la CBLM, particularmente del lado uruguayo (presa hidroeléctrica asociada a obras de riego). Fueron concebidos para apoyar una región del Uruguay y Brasil, de bajo IDH (Índice de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas) con necesidades energéticas manifiestas. Ello permitiría a usuarios el abastecerse de energía limpia a bajos costos aparejando en la CBLM, una sensible disminución de costos de producción de los bienes agrícolas (commodities) e independencia energética, lo que debería ser acompañado inexorablemente por el fortalecimiento ferroviario e hidroviario.

Como un hecho que reivindica la historia del emblemático proyecto FAO/PNUD/BR/UY en la CBLM, que fuera dirigido por el especialista holandés Christian Delannoy junto a especialistas del más alto nivel brasileños y uruguayos, se ha visto revitalizado el Proyecto Yaguarón (o sistema Centurión-Talavera) que abarca el riego por gravedad de 41,000 hectáreas de arroz, soja, sorgo y pasturas en Brasil; riego por gravedad de 54,000 hectáreas de arroz y pasturas en Uruguay; generación de energía eléctrica para Brasil y Uruguay de 40 MW de capacidad instalada y generación anual de 60 GWh de energía primaria y 72 GWh de energía secundaria.

El Río Yaguarón es el eje de frontera brasileño-uruguayo y principal curso tributario internacional a la Laguna Merin. El estudio de factibilidad de la cuenca del Río Yaguarón (Delegación Uruguaya en la Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el desarrollo de la

Cuenca de la Laguna Merín, 2007) acordado entre ambos países, establece que la energía producida se dividirá por mitades entre los dos países. También se establece una represa con relleno de roca y tierra de la zona y una planta de energía hidroeléctrica con líneas de transmisión a centros de carga en Brasil y Uruguay, a una elevación máxima del agua de 100 m. El futuro embalse cubriría 457 km² y almacenaría 5,170 Hm³ de agua.

Como ya fuera indicado, el propósito de la represa de Centurión es almacenar suficiente cantidad de agua para ser utilizada, en el momento que la demanda lo determine, en el riego de un máximo de 95,000 hectáreas de tierra aptas para el riego (41,000 en el lado brasileño y 54,000 en el lado uruguayo) y en la producción de energía eléctrica, vital, especialmente en el lado uruguayo, para impulsar el desarrollo económico de la zona.

Para completar el sistema de riego deberán construirse los canales de conducción de agua desde la represa de Talavera hasta las tierras aptas para riego. Estas tierras se encuentran próximas a la desembocadura del fronterizo río Yaguarón en la Laguna Merin. Para completar el sistema de generación de energía el proyecto comprende también la construcción de una planta hidroeléctrica a construirse en la represa de Centurión y sus correspondientes líneas de transmisión.

Asimismo, el referido estudio de factibilidad establece que la represa de derivación de Talavera se construirá para elevar el nivel de superficie del agua del río Yaguarón al requerido por la desviación por gravedad hacia los dos canales principales que sirven a los terrenos de Brasil y Uruguay. Esta represa (baja de aproximadamente 20 m. de altura) creará un embalse con un nivel de agua normal de 19 m., de modo que los envíos a los canales puedan hacerse con una elevación de superficie del agua de 18.8 m.

La capacidad de almacenamiento activa del embalse (de Talavera) será de 11 hectómetros cúbicos. Está provista entre las elevaciones 19.0 y 19.2 m., para regular el almacenamiento de modo de emparejar cualquier flujo de entrada fluctuante ocasionado por las liberaciones diarias de energía variables de Centurión (Delegación Uruguaya en la Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín, 2007).

1.4.4. Calidad del agua

Como fuera expresado, la calidad de las aguas en la CBLM representa un factor clave en la custodia de las posibilidades de desarrollo de la región. La CBLM cuenta, en materia de estaciones (al año de 2005), con el siguiente escenario:

- i) Medición de niveles: 17 estaciones; 44.1 (extensión media en años); 5.9 (densidad estaciones/10,000km²);
- ii) Medición de caudales: 8 estaciones; 39.1 (extensión media en años); 2.8 (densidad estaciones/10,000km²);
- iii) Estaciones automáticas: 8 y un porcentaje de automatización del 47.1%.

Marques et al. (2004) y Wetlands International (2008) argumentan que en la CBLM y como resultado de las campañas implementadas, algunos estudios han concluido que la Cuenca Laguna Merin, es afectada por el uso de pesticidas en las plantaciones de arroz.

Miele et al (2003) señalan que además del manejo del suelo así como del adecuado uso de fertilizantes entre otros, la topografía es un factor que influencia en la productividad y en el adecuado uso de la tierra; interfiriendo en el drenaje de las aguas y en la temperatura ambiente. Suelos planos y arcillosos tienden a tener menor capacidad de drenaje de las aguas, en tanto que los suelos inclinados tienden a no presentar problemas con el encharcamiento (Embrapa Clima Temperado, 2009).

La Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA, 2010) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, concluye que la siembra total de la zafra 2009/10 fue estimada en casi 162 mil hectáreas, un área muy similar a la sembrada en la zafra anterior. La producción a nivel

nacional fue estimada en 1.15 millones de toneladas de arroz cáscara seco y limpio. La producción (2009/2010) es inferior a la de la zafra anterior, en la que se cosecharon casi 1.3 millones de toneladas. La merma se explica por el menor rendimiento -7,094 kilogramos por hectárea sembrada- que se ubica por debajo de los obtenidos en las tres últimas zafras, que fueron cercanos a los 8,000 kilogramos.

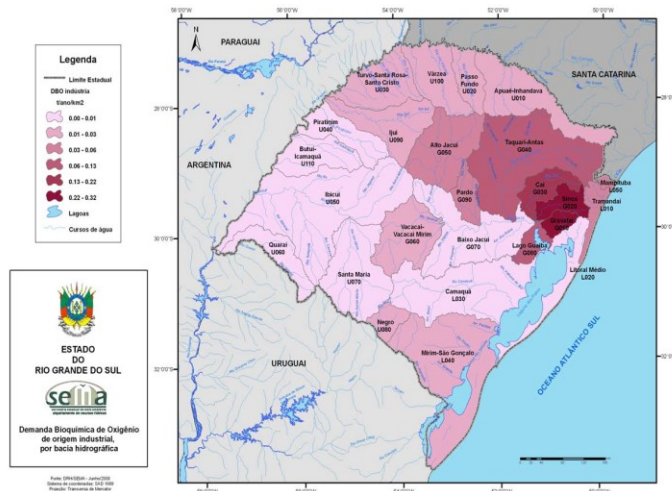


Fig. 42: Distribución espacial por cuenca hidrográfica de DBO derivada de fuentes industriales.
Fuente: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2008.

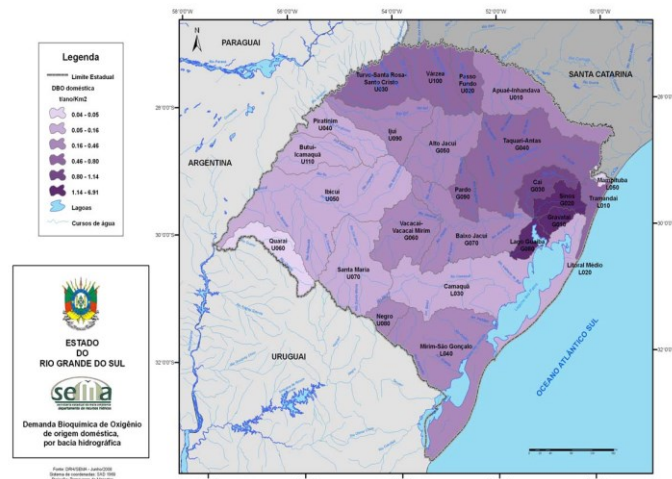


Fig. 43: Distribución espacial por cuenca hidrográfica de DBO derivada de fuentes domésticas.
Fuente: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2008.

Por su parte la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA, 2009), ha elaborado una Guía de Buenas Prácticas para el Cultivo del Arroz en el Uruguay, en la que se expresa que en 12 años de encuesta, aproximadamente el 60% de la superficie total del cultivo se siembra en campos que no han tenido arroz en la zafra anterior (“arroz de primer año”), mientras tan solo el 11% del área corresponde a arroz sembrado sobre rastrojo en forma continua durante tres o más años. El arroz ocupa en la rotación un periodo entre 25 – 30% de la duración de la misma. El resto del tiempo está ocupado por pasturas naturales regeneradas o siembra de praderas (mezcla de gramíneas y leguminosas).

La información disponible indica que, el sistema de rotación cultivo-pastura con la integración de la producción ganadera, es el más sustentable ya que entre otros, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, disminuye la presencia de malezas, insectos e inóculo de enfermedades, lo que reduce la frecuencia con que se aplican los agroquímicos en un lugar sobre un determinado periodo.

La excelente complementación agronómica y económica de la fase arroz con la fase pasturas define un sistema de producción estable, confiable, económico y ambientalmente sustentable (ACA, 2009).



Fig. 44: Imágenes de cultivos de arroz en la CBLM.
Fuente: ACA, 2009.

1.5. Hidrología subterránea

1.5.1. Geomorfología de la CBLM

El paisaje natural de la Cuenca de la Laguna Merin comprende tierras levemente onduladas y llanuras, caracterizado por pastizales, humedales y bosques naturales a lo largo de las orillas de los numerosos cauces que surcan la región.

De manera general – en materia geológica – se observan algunas tendencias importantes:

- a) Una gran ocurrencia en el área de los sistemas acuíferos Cuaternarios Costeros I y II, así como de la Barreira Marinha (Cuenca del Litoral Medio) y de sus respectivos altos caudales.
- b) Una importancia secundaria de los sistemas acuíferos Sierra General en las sub-cuencas Tramandaí, Litoral Medio, Mampituba y de los sistemas acuíferos del Embasamiento Cristalino en las cuencas de Camaquã y Merin- São Gonçalo.

Las aguas subterráneas de los principales acuíferos de la Región Hidrográfica del Litoral (brasileño y uruguayo) son, en su gran extensión, potables del tipo bicarbonatadas a cloradas sódicas. En algunas porciones, principalmente del sistema acuífero Cuaternario Costero II, pueden ocurrir zonas de agua salobre y salada con los mismos tenores de hierro, tornándose impropias para uso en el abastecimiento y el riego.

El drenaje natural de la superficie es bueno en las zonas de mesetas (con declives de 1 por ciento o más) e insuficiente en las tierras bajas (con declives de 0.3 por ciento). La falta de avenamiento puede perjudicar a ciertos cultivos de verano, como por ejemplo el maíz. El arroz sufre perjuicios indirectos en los años húmedos debido a la tardanza con que se prepara la tierra, labor que a menudo, sólo queda terminada en diciembre. El consiguiente retardo de la siembra hace que la etapa crítica del florecimiento se posponga hasta marzo, época en que las temperaturas mínimas pueden ser tan bajas que causen efectos adversos en los rendimientos. El drenaje artificial de los arrozales se limita a pequeñas zanjas excavadas en el fondo de las depresiones.

La Laguna Merin, está integrada por tres principales unidades geológicas, que a la vez constituyen tres zonas de aguas freáticas. La zona central está compuesta de rocas pre-denovianas en diversa etapas de metamorfismo y granitización. Dichas rocas dan lugar a una topografía ondulada, abierta y sólo han sufrido una leve meteorización.

En general, es escasa la cantidad de aguas freáticas que se encuentran en sus diaclasas y grietas. Tal volumen puede ser mayor en las fallas y en las capas de deslizamiento, tanto en las zonas de meteorización, como en los valles en que existen capas de aluvión.

Se observan afloramientos de piedra caliza en unos pocos sectores de la serie de rocas cristalinas, los cuales contienen aguas subterráneas en cantidades relativamente grandes; sin embargo, su superficie es pequeña, al igual que su valor potencial en lo que concierne al aprovechamiento de tales recursos.

La zona norte-occidental está compuesta de estratos de piedra arenisca y otras formaciones epicontinentales correlativas, con edades que varían desde el período devoniano hasta el triásico, estratos que penetran en profundidad y forman una estructura monoclinial hacia el noreste. Se extienden sin concordancia sobre las capas cristalinas, notándose también una falta de concordancia entre las más elevadas capas devónicas y los sedimentos subsiguientes, asignados al sector gondwánico y que terminan en rocas basálticas de altiplanicie, de origen volcánico y de la edad jurásica.

En general, son precisamente las rocas basales de esta serie las que afloran a la superficie y yacen a escasa profundidad en esta zona hidrogeológica norte-occidental de la CBLM; aunque constituyen acuíferos cuya calidad oscila entre pobre y moderada, cabe indicar que gracias al desplazamiento del líquido del subsuelo hacia el oeste, forman una importante capa freática de la cuenca del río Bonito. La calidad del agua de subsuelo va de buena a moderada, pero los depósitos pueden contener hierro, azufre y otros elementos en cantidades apreciables.

Tal capa freática tiene buenas posibilidades de aprovechamiento tanto para la formación de depósitos como para el abastecimiento rural, pero no para el riego. La zona costera está formada por sedimentos cuaternarios, principalmente del período pleistoceno, que se acumularon con el mar, en las lagunas y en los lagos y que se constituyeron como depósitos fluviales o deltaicos; su extensión y morfología actual reflejan variaciones eustáticas en el nivel del mar durante la edad cuaternaria e indican la probabilidad de movimientos tectónicos o distorsiones en la superficie de la tierra.

Muchas de estas formaciones son, en realidad, buenos acuíferos y alguna de ellas (como la de Río Grande) se ha desarrollado y utilizado. Existe siempre el peligro de la penetración del agua del mar cuando la extracción del agua dulce es excesiva. A pesar de que estos acuíferos pueden proporcionar agua en cantidades suficientes para el riego, hay que considerar que, como se dispone de abundante agua superficial, tales fuentes se utilizan y se seguirán utilizando principalmente para el abastecimiento de ciudades, para los servicios turísticos a lo largo de la costa y posiblemente para fines industriales.

El Proyecto de FAO/PNUD de 1972, concluyó que las aguas subterráneas se utilizaban muy poco. En las mesetas, el aprovechamiento no excedía el 2.5% de la capacidad de almacenamiento y fue incluso menos en las áreas más bajas. Al parecer, tan solo en la vecindad de Río Grande (Brasil) se pudo haber extraído agua en exceso.

Puede indicarse que, las copiosas lluvias provocan una infiltración anual en los distintos acuíferos, los cuales, por tal causa, se rellenan continuamente y forman, en casi toda la cuenca, un extenso depósito de aguas subterráneas, aunque de escaso rendimiento, pero que se han aprovechado y son susceptibles para el almacenamiento, el abastecimiento rural y las necesidades turísticas. En general, no deben considerarse aptos para fines de riego o para una extracción en gran escala. Esta zona costera posee una cantidad relativamente abundante de aguas freáticas, pero hay que proceder con cuidado para evitar la invasión del agua del mar o del agua salobre proveniente del océano Atlántico (FAO/PNUD, 1972).

Hoekstra (1969) investigó algunas propiedades físicas de los suelos del área sedimentaria plana de la CBLM, pero sus estudios se limitaron a las llanuras altas, llanuras medias y a las planicies bajas de la costa de la laguna. Razones de inaccesibilidad explican que los suelos de los bañados no fueran incluidos por Hoekstra en su estudio, tal como lo señala Sombroek (1969), ya que no se habían llevado a cabo las obras de drenaje de los bañados.

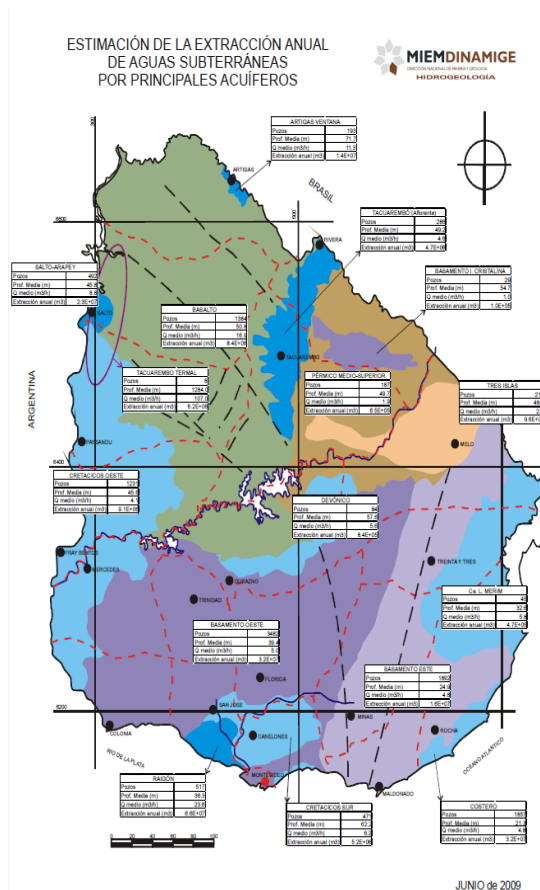
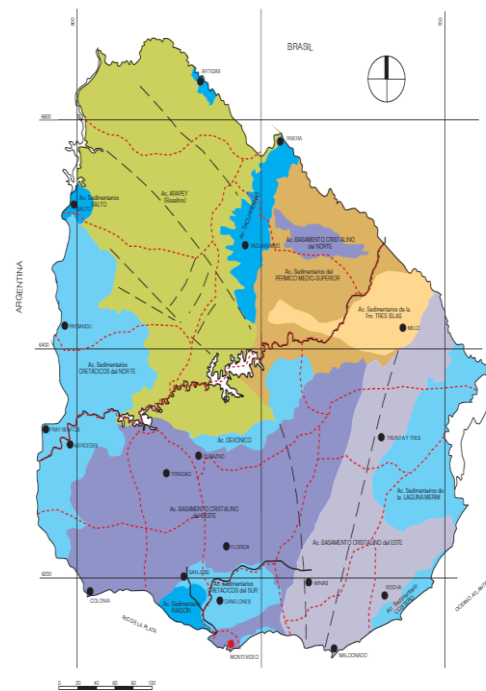


Fig. 45: Mapa de extracción anual de aguas subterráneas.
Fuente: DINAGUA-MVOTMA-UY, 2009.



1.5.2. Geohidrología

Por diferentes razones, tanto socioeconómicas como institucionales, Uruguay no dispone aún de una infraestructura hidrogeológica adecuada para un país en pleno desarrollo económico, debido a la falta de conocimientos de base. Las carencias en la planificación hidráulica general y, sobre todo, la inexistencia de planificación en las aguas subterráneas provocó que la iniciativa privada (y algunos proyectos del Estado) desarrollara de una manera desordenada la explotación del recurso, creando en determinadas zonas problemas de diversa índole tales como: sobre-explotación, contaminación de napas, pérdida de información valiosa generada a través de las perforaciones, entre otros.

2. Sistema Humano

2.1. Aspectos socioeconómicos

Particularmente en el Brasil, la Región Hidrográfica de las Cuencas Litorales (dentro de la que se encuentra la Cuenca de la Laguna Merin) está localizada en el extremo sureste del Estado de RS, correspondiendo al 20% del territorio gauchó. Su población total está estimada en 1.2 millones de habitantes, representando el 12% de la población total del Estado de RS, con una densidad demográfica media en el entorno de 21 hab./km².

El Informe Anual sobre la situación de los Recursos Hídricos en el Estado de Rio Grande do Sul (2007 – 2008) concluye que, en particular la población en las sub cuencas brasileñas de la Laguna Merin y São Gonçalo es de 656,000 habitantes.

Por su parte, en el Uruguay la CBLM comprende 5 (cinco) Departamentos del centro-este del país, (Treinta y Tres, Cerro Largo, Rocha, Maldonado y Lavalleja) con una carga poblacional

máxima del orden de las 400,000 personas y una densidad demográfica próxima a la frontera de 6 hab./ km².

La economía del Estado de Río Grande do Sul (RS-Brasil) se basa en la agricultura (soja, trigo, arroz y maíz), la ganadería, la industria de cueros, calzados, alimenticia, textil, maderera, metalúrgica y química.

Durante la década de 1990 y el inicio del siglo XXI, hay que resaltar el surgimiento de polos tecnológicos importantes en RS en las áreas petroquímicas y de la tecnología de la información.

El Informe Anual de Río Grande do Sul (2007) establece que la industrialización en el territorio está elevando su participación en el PIB del Brasil, trayendo inversiones, mano de obra e infraestructura al Estado. Actualmente, el Estado está en cuarto lugar en la lista de los Estados más ricos del Brasil.

En el territorio uruguayo es en parte similar, destacándose las producciones arroceras, forestales y el sector agrícola-ganadero. El desarrollo turístico es muy importante en toda la CBLM y se considera que será de las variables que se incrementarán en los años venideros, basado en sus hermosas zonas costeras con playas de calidad mundial y en el turismo ecológico que se ofrece a turistas que arriban de ambos hemisferios.

2.2. Principales usos del agua en la CBLM

El Informe Anual sobre la Situación de los Recursos Hídricos en el Estado de Río Grande do Sul (2007 – 2008), señala que en la región brasileña de la cuenca, en términos anuales, el riego representa cerca del 97% de las demandas hídricas medias en la Región Hidrográfica de las Cuenca Litoraleñas, aumentando ese porcentual al 99% en el mes de enero, lo que demuestra una fuerte predominancia de este sector usuario.

En términos espaciales, cerca del 66% de las demandas hídricas anuales están concentradas apenas en la cuenca hidrográfica Merin – São Gonçalo, en razón de las extensas áreas de arroz regado. En la época de veraneo se observa la influencia del flujo poblacional estacional en la región del Litoral Norte (cuenca de Tramandai), elevando la demanda para uso humano de 0.30 a 0.81 m³/s.

En términos medios anuales, se verifica una situación de mayor compromiso de las disponibilidades hídricas en la cuenca del Litoral Medio. Además hay una proporción media de agua utilizada en la región que va 15.8% por encima de la media de las demás regiones (del orden del 8%).

Para el mes de enero, típico de verano, en términos medios, son observados déficits hídricos en el Litoral Medio y en la cuenca Merin – São Gonçalo.

Gilnei Machado (2007) señala que la demanda hídrica para riego, abastecimiento e industria, de acuerdo con informaciones levantadas por CRH (Conselho de Recursos Hídricos) de Río Grande do Sul/Magna Engenharia (1997), en el área de la Cuenca de la Laguna Merin, localizada en territorio uruguayo, es igual a 107,963 l/s. Esto corresponde al 99.78% de la demanda total de la zona uruguayana en la referida Cuenca.

Para el abastecimiento público, la demanda en la zona uruguayana es igual a 218 l/s. Esto es el 0,20 % del total captado en aquella área. En cuanto al abastecimiento del sector industrial la demanda es de apenas 15 l/s, o sea el 0,02% del total captado en aquella área de la Cuenca.

En el área brasilera de la CBLM, el estudio presenta un total de 556 puntos de captación de agua relevada por el Departamento de Recursos Hídricos del Estado do Rio Grande do Sul. De este total, solamente en la sub-cuenca fronteriza del Río Yaguarón fueron relevados 118 puntos. En la margen este de la Laguna Merin y del Canal São Gonçalo, que comprende los

Municipios de Rio Grande, Santa Vitória do Palmar y Chuí fueron relevados 125 puntos de captación. De estos, 102 puntos están localizados en la faja litoral y en la Laguna Mangureira (localizada entre la Laguna Merin y el Océano Atlántico).

La captaciones hechas con el uso de motobombas en la gran mayoría de los puntos existentes en los Municipios de Rio Grande, Pelotas, Capão do Leão y Arroio Grande (RS), constituyen así las estaciones de elevación que conducen el agua a las áreas de menor elevación a las más elevadas, donde existe necesidad de este recurso. En los demás puntos, el agua es captada directamente en represamientos (barragens) y azudes, que permiten su conducción por gravedad hasta el local donde el agua se vuelve necesaria.

El área total de riego en la porción brasileña de la Cuenca de la Laguna Merin es de 151,558 hectáreas y cerca del 40.6% de esta área, o sea, 61,574 hectáreas, se localizan en los Municipios brasileños cuyas vierten al Canal São Gonçalo.

2.3. Hidrosolidaridad estratégica entre usos del agua en la CBLM.

Poco tiempo atrás, praderas pampeanas, con una rica biodiversidad, habían sido sólo parcialmente alteradas por una ganadería extensiva desarrollada en enormes potreros. Sin embargo, en los últimos 20 años la difusión del cultivo de arroz irrigado y mecanizado ha introducido una nueva dimensión de transformación, con los consiguientes conflictos por el uso de los recursos naturales.

En materia de ecohidrología de la CBLM y particularmente en el Uruguay, un millón de sus hectáreas constituyen una vasta planicie con suelos profundos, surcada por numerosos cauces de agua, con una gran riqueza de flora y fauna.

Hacia el límite sur de la cuenca, los drenajes naturales son más limitados y la planicie se transforma en extensos humedales, llamados Bañados del Este o Bañados de Rocha (UY), que originalmente abarcaban 350,000 ha. Los humedales se extienden hasta la costa atlántica, donde se asocian con un sistema de lagunas costeras conectadas al océano.

Esta zona contiene los ecosistemas más valiosos por su biodiversidad, su capacidad de regulación hídrica, la belleza de su paisaje y sus atractivos turísticos. Todo esto, sumado a la importancia de la región como hábitat de aves acuáticas, llevó a que Uruguay se adhiriera en 1984 a la Convención de Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional. La UNESCO declaró a esta región como Reserva Mundial de la Biósfera.

La RHAS posee como vegetación original predominante a la Mata Atlántica, que tiene sobre sí una intensa acción antrópica. La Mata Atlántica se extiende desde São Paulo hasta el norte del Estado de Rio Grande do Sul, en el que se halla la CBLM. La Agência Nacional de Águas, máxima autoridad de aguas en el Brasil señala que puede estimarse que actualmente apenas el 12% de la misma, se halla preservada.

A diferencia de muchas de las otras reservas de la biodiversidad existentes en el mundo, la CBLM está bajo un régimen de propiedad privada de la tierra, que pertenece a ganaderos que desarrollan en ella sus actividades; no existen extensiones significativas de propiedad pública. En los grandes potreros se aprovechan las extensiones de pastos naturales y zonas pantanosas para pastorear el ganado. Esta explotación requiere muy pocos trabajadores o infraestructura y el gaucho a caballo es el personaje clásico en este paisaje.

Además de la producción ganadera, la región ha sido aprovechada para otros usos. Los habitantes de escasos recursos siembran cultivos alimentarios y comerciales. El turismo se ha convertido en una actividad importante en la costa atlántica, que ejerce presión sobre los recursos costeros pero, al mismo tiempo, da a una gran parte de la población urbana del país la oportunidad de ver la región de los bañados y conocer sus problemas.

El cultivo del arroz irrigado comenzó en la región hace unos 30 años. Desde entonces, la superficie cultivada se ha expandido a 100,000 ha y ahora aporta alrededor del 70% de la producción de arroz de Uruguay. El cultivo del arroz es el pilar de la economía regional, donde el sector es un gran consumidor de insumos, servicios agrícolas y genera ingresos brutos por hectárea 30 veces más altos que los obtenidos por la ganadería. Los rendimientos, que varían entre 5,000 y 7,500 kg/ha (existen productores con rendimientos cercanos a los 10,000 kg/ha), son similares a los de las regiones más desarrolladas del mundo. Además de satisfacer las necesidades locales, el arroz se ubica entre las tres exportaciones más importantes de Uruguay y de la CBLM, en términos económicos.

Pérez Arrarte y Scarlato (2000) argumentan que desde sus inicios, esta actividad ha sido un factor importante en la transformación del medio ambiente, que alteró no sólo el entorno físico y biológico sino también el social. El modelo de desarrollo itinerante no sólo destruye los ecosistemas naturales sino que, al mismo tiempo, no permite el establecimiento de infraestructura a largo plazo, necesaria para conectar las fincas aisladas y las comunidades locales. La hidrosolidaridad presenta a su peor enemigo, en el divorcio de las políticas sectoriales nacionales y regionales.

Así, la utilización del agua con fines múltiples obliga al establecimiento de políticas multisectoriales y la adopción de visiones de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) para no solamente optimizar los resultados sino minimizar, si los hubiera, los impactos medioambientales cruzados entre diferentes usos del agua. Un ejemplo de ello en la CBLM, es la relación entre la producción de arroz respecto de la crucial, imperiosa y necesaria generación actual de energía en la CBLM.

En el Municipio de Candiota-RS, existe una de las reservas de carbón mineral más importantes del Brasil para ser explotada a cielo abierto. La planta Termoeléctrica Presidente Médici – UTPM - Candiota II, del tipo térmica a vapor, que se halla a 36 km del curso fronterizo BR-UY del Río Yaguarón.

Ello generó oportunamente preocupación entre ambos países por la posible generación en la CBLM de lluvia ácida en territorio uruguayo proveniente de la referida planta. Las negociaciones del caso, supusieron la aplicación del mayor rigor científico y preservar fundamentalmente la paz de la región Merin, como valor fundamental de la misma. Hoy la energía generada en la Usina de Candiota se halla incorporada a la matriz energética del MERCOSUR y paralelamente ambos países continúan sosteniendo el monitoreo conjunto de las emisiones de la planta para salvaguardar la buena vecindad y los bienes a producir.

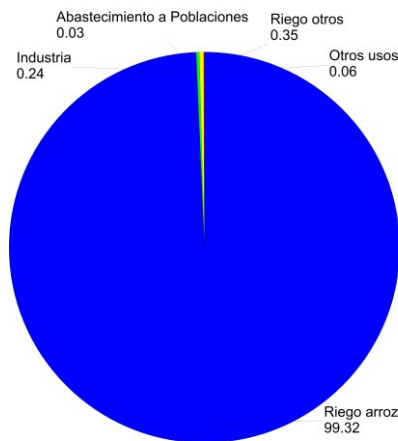


Fig. 47: Porcentaje de los volúmenes de agua utilizados por uso en la Cuenca de la Laguna Merin (por embalses).
Fuente: Bellagamba, J.L., 2013.

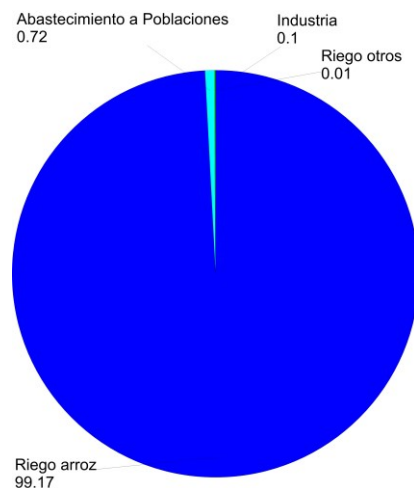


Fig. 48: Porcentaje de los volúmenes de agua utilizados por uso en la Cuenca de la Laguna Merin (por extracción directa).
Fuente: Bellagamba, J.L., 2013.

Su construcción se hizo en dos etapas: la fase 'A' de la Planta, con dos unidades de 63 MW cada uno, fue inaugurada en 1974 cuando fue integrada al Sistema Interconectado Brasileiro. A finales de 1986 entró en operación la fase 'B' con dos unidades de 160 MW cada uno, totalizando 446 MW instalados.

En el conjunto de la usina termoeléctrica de Candiota se destacan su torre de enfriamiento, una estructura en cáscara de concreto con 124 metros de diámetro y 133 metros de altitud que, tiene la finalidad de enfriar el agua, utilizada para cambiar la temperatura del condensador y una chimenea de agotamiento con 150 metros de altura en concreto, la que posibilita la más amplia dispersión de los gases resultantes de la quema de carbón, disminuyendo la agresión al medio ambiente. El agua es tomada del arroyo Candiota, tributario del binacional Río Yaguarón. Los diferentes métodos de enfriamiento que pudieran ser adoptados, implican siempre algún consumo de agua que afecta a otro uso del agua.

En las áreas donde el agua es escasa o de distribución temporal dependiente de la precipitación de alta variabilidad, como la que precipita en la CBLM, estas acciones pueden reducir el volumen de agua que está disponible para consumo humano, riego, pesca, navegación y otros usos.

Esta inmisión de contaminación atmosférica puede afectar a la agricultura circundante, generándole una potencial disminución de sus posibilidades comerciales de colocación internacional de los bienes producidos, ya que estos podrían verse afectados directamente en su trazabilidad de calidad.

2.4. Hidrovía de la Laguna Merin

Para Duarte (2007), en países de gran dimensión territorial, como el Brasil, la utilización de las Hidrovías es un factor fundamental para el proceso de poblamiento del interior y posterior fijación de la población, alargando las fronteras agrícolas y minerales.

En cuanto a la distribución modal del transporte, de acuerdo a las estadísticas, se observa una sub-utilización del modo hidrovial en el Brasil, donde el modo carretero ha predominado. El trabajo elaborado por la ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres de Brasil) muestra que en 2005 el modo carretero era el más utilizado en el Brasil, con una 58% de participación predominante, contra 25% del modo ferroviario, 13% del modo fluvial y 4% ductoviaro y aéreo.

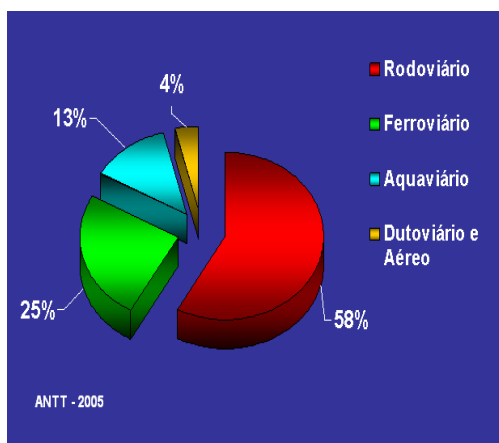


Fig. 49: Participación de los modos de transporte en Brasil.
Fuente: Fonseca H. y Paiva de Lima, 2008.

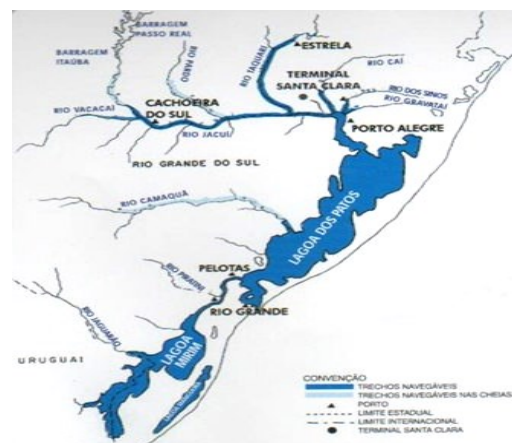


Fig. 50: Esquema de la Laguna Merin.
Fuente: Fonseca H. y Paiva de Lima, 2008.

La Laguna Merin es relativamente rasa, con profundidad media de 6m. Tiene una extensión aproximada de 180km, ancho medio de 22 km y máximo de 37 km, y ha sido considerado la tercera laguna natural de América del Sur en volumen de agua, luego del Lago Titicaca (Bolivia-Perú) y de la Laguna de los Patos-RS.

En la CBLM, la matriz de distribución de transportes antes descrita parece estar en vías de transformación cercana al estimularse políticamente a la Hidrovía de la Laguna Merin o del Mercosur. La única condición a superar de la misma será su convivencia con la riqueza en biodiversidad de la región.

La Hidrovía del Mercosur, localizada en la denominada Cuenca Sudeste del Brasil, está constituida, entre otros, por los ríos Jacuí y Tacuarí que tributan sus aguas a la Laguna dos Patos a través del Lago Guaíba y que continúa su secuencia por el Canal São Gonçalo a la Laguna Merin, formando así un eje fundamental e importante para el intercambio comercial entre Brasil y Uruguay.

Azambuja (2005) -a juicio del redactor, el mejor experto en transporte fluvial que esta región binacional posee- nos señala que una vez implantada esta Hidrovía, el movimiento de cargas podría ser efectuada a través de los puertos brasileños de Estrela, Cachoeira do Sul, Porto Alegre, Pelotas, Yaguarón y Santa Vitória do Palmar (todos ubicados en Rio Grande do Sul), en cuanto que del lado uruguayo serían utilizados futuras terminales a ser construidas en las márgenes del río Cebollatí, afluente de la Laguna Merin.

Asimismo, señala que la Hidrovía que habrá de desarrollarse a lo largo de 650 km entre Estrela y Santa Vitória do Palmar, posee una directa interrelación operativa con el puerto marítimo de Rio Grande, por donde podrían ser exportados significativos volúmenes de producción uruguayo, especialmente madera y arroz (generados en la CBLM) (Azambuja, 2005) o mediante una intermodalidad (hidro-ferrovía de 2,000 km) de modos de transporte que permitan llegar oportunamente a la ciudad de San Pablo-BR.



Fig. 51: Mapa Ferroviario de Brasil.
Fuente: Ministério dos Transportes do Brasil, 2011.

3. Gestión del agua

3.1. Marco legal de aplicación en la CBLM

La creciente escasez de agua fue definida por las Naciones Unidas, en sus Informes WWAP, como el problema ambiental más grave de este siglo XXI. Un drenaje indiscriminado y la contaminación de los recursos hídricos han acentuado los conflictos por los diversos usos de este bien, tales como: abastecimiento de poblaciones y riego de labranza; dilución de cloacas domésticas, industriales y pesca; generación de energía y ocio; entre otros.

ANA (2007) destaca que en el Brasil y en la búsqueda de soluciones para la crisis del agua, fue instituido el Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH), en Río Grande do Sul (RGS). Este SERH se fundamenta en un modelo de gerenciamiento caracterizado por la descentralización de las decisiones y por la amplia participación de la sociedad organizada en Comités de Cuenca. Por tanto, conforme determina la Constitución Federal, el Estado posee el dominio de las aguas (superficiales y subterráneas) de su territorio compartiendo su gestión con la población involucrada.

Para implementar la Política de los Recursos Hídricos en Brasil, el Estado de RGS, fue dividido en tres Regiones Hidrográficas, la de Guaíba, la del Uruguay y las sub cuencas Litorales. Para cada cuenca está destinado un Comité, garantizando de esta forma, que sus respectivos ciudadanos participen de un proceso continuo y solidario, en el gerenciamiento de sus aguas (ANA, 2007).

La única limitación de tan significativa decisión, que de acuerdo a su normativa comparte totalmente el Uruguay, sería la debida formación y educación de los ciudadanos para poder realmente ejercer su derecho a la participación de la manera que la importancia de los hechos así lo ameritan.

El Brasil es un verdadero ejemplo para el mundo ya que como fuera mencionado es un País Federado, pero ha logrado, con marcada decisión política, el diseñar y aprobar su propio Plan Nacional de Aguas.

ANA (2007) establece que la región Sudeste y Sur del Brasil concentran la mayor parte del uso del agua y de la contaminación.

El concepto de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) evoluciona en forma cambiante de un país a otro y en particular lo ha hecho en el Uruguay. No existe un enfoque único para la gestión de los recursos hídricos que se adapte a las realidades de todos los países pues tienen distintos niveles de decisión, de desarrollo y diferencias en sus propios cuerpos normativos.

Los problemas que se generan en su gestión son de naturaleza variada y revisten complejidad ya que, involucran a diversas instituciones competentes y por consiguiente, presentan una amplia gama de alternativas de actuación, con medios variados de resolución de controversias y diferendos.

MTOP (1999) ya destacaba en los albores del siglo XXI que, un adecuado ejercicio de autoridad como administrador de aguas a nivel nacional, conlleva a ejercerlo en forma coordinada, reconociendo y respetando la intervención y competencia institucional, establecidas en las leyes vigentes, de otras autoridades sectoriales del agua, además de las competencias interjurisdiccionales, en especial las que emanan o corresponden al Poder Judicial, jueces y tribunales de la República.

En general, la administración de aguas conceptualmente abarca dos grandes áreas o sistemas: la evaluación del recurso hídrico y la administración del mismo. El sistema de administración del agua, comprende a su vez dos grupos o sistemas de actividades:

1) Sistema de asignación del agua: el sistema de tramitación y otorgamiento de derechos con asignación del agua a los usuarios de distintos sectores. Un gran porcentaje de acciones de asignación de derechos de agua implican decisiones administrativas. Se realiza en un contexto que asegure los derechos dados sin promover inequidades, pleitos, daños y perjuicios entre particulares.

Es un rol institucional estrictamente técnico que consiste en identificar si existe agua suficiente para el uso pretendido y si ese aprovechamiento no entra en conflicto con otros usuarios con derechos de aguas registrados.

Está orientada a la administración del agua en las fuentes: ríos, arroyos, cañadas, lagos, lagunas y acuíferos. Tiene a la cuenca hidrográfica como unidad de gestión. El administrador aprueba técnicamente obras hidráulicas y otorga títulos de derechos de uso de agua asociadas a las mismas.

Se otorga un derecho de uso de aguas condicionado a obligaciones recíprocas entre el usuario y el administrador, de forma de no afectar intereses o valores de la comunidad o de terceros.

El ejercicio de títulos de derechos de aguas conllevan una amplia gama de acciones y actividades que deben emprender y llevar adelante sus propietarios, como construcción de obras, de captación o extracción, en la conducción o transporte, en la explotación y mantenimiento de las mismas, en los servicios que se brindan o usos efectivos y prácticos del agua.

Corresponde destacar que existe actualmente en el Uruguay, una fuerte tendencia a transformaciones en los procedimientos de asignación del agua, con descentralización y delegación desde los niveles más altos a los niveles más bajos, es decir más próximos a los usuarios y administrados.

2) Sistema de inventario y control: incluye varias componentes relacionadas a la conformación de los inventarios sobre el uso de los recursos hídricos, el control, fiscalización y seguimiento de los aprovechamientos y usos de las aguas que fueron objetos de derecho. En el sistema de inventario, control y fiscalización, se superponen y se complementan el trabajo y competencias de autoridades sectoriales del agua, como las mencionadas.

MTOP (1999) también nos señala que la prevención y resolución de controversias requieren de la disponibilidad de información confiable, con bases de datos organizadas por cuencas, conteniendo información sobre distintas variables e identificadores de los aprovechamientos de agua, incluidos los relacionados a los de derechos de agua, contenidos en el Registro de Aguas. El administrador del agua tiene ésta función primaria dentro de sus competencias y debe facilitar el aporte y la difusión de esa información a todos los sectores involucrados.

Del mismo modo, Uruguay presenta un cierto liderazgo regional, por cuanto ha sido, el único país de la región latinoamericana que ha incorporado mediante Plebiscito Nacional Obligatorio, por ende a su más alto nivel jerárquico-normativo (Constitución de la República), los principios básicos sobre los que descansa su actual Política Hídrica.

Por considerarse de particular importancia, se cita el nuevo Art. 47 de la Constitución de la República Oriental del Uruguay, modificado plebiscitariamente el día 31 de octubre de octubre de 2004. Todo ello, sumado al Código de Aguas del Uruguay de 1978, constituye las herramientas básicas del sistema normativo uruguayo en materia de la gestión de los recursos hídricos.

La Carta Magna del Uruguay establece: *“la protección del medio ambiente es de interés general. Las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación grave al medio ambiente. La ley reglamentará esta disposición y podrá prever sanciones para los transgresores.*

El agua es un recurso natural esencial para la vida.

El acceso al agua potable y el acceso al saneamiento, constituyen derechos humanos fundamentales.

- 1) *La Política Nacional de Aguas y Saneamiento estará basada en:*
 - a) *Los recursos hídricos y la preservación del ciclo hidrológico que constituyen asuntos de interés general. Los usuarios y la sociedad civil, participarán en todas las instancias de planificación, gestión y control de recursos hídricos; estableciéndose las cuencas hidrográficas como el ordenamiento del territorio, conservación y protección del Medio Ambiente y la restauración de la naturaleza.*
 - b) *la gestión sustentable, solidaria con las generaciones futuras, de los recursos unidades básicas.*
 - c) *el establecimiento de prioridades para el uso del agua por regiones, cuencas o partes de ellas, siendo la primera prioridad el abastecimiento de agua potable a poblaciones.*
 - d) *el principio por el cual la prestación del servicio de agua potable y saneamiento, deberá hacerse anteponiendo las razones de orden social a las de orden económico.*

Toda autorización, concesión o permiso que de cualquier manera vulnere las disposiciones anteriores deberá ser dejada sin efecto.

- 2) *Las aguas superficiales, así como las subterráneas, con excepción de las pluviales, integradas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público estatal, como dominio público hidráulico.*
- 3) *El servicio público de saneamiento y el servicio público de abastecimiento de agua para el consumo humano serán prestados exclusiva y directamente por personas jurídicas estatales.*
- 4) *La ley, por los tres quintos de votos del total de componentes de cada Cámara, podrá autorizar el suministro de agua, a otro país, cuando éste se encuentre desabastecido y por motivos de solidaridad”.*
(Fin de cita del art.47. Poder Legislativo del Uruguay, 2011).

Por su parte, en el Brasil como país federado las aguas brasileras se encuentran repartidas entre las que integran el dominio de la Unión y las que pertenecen a los estados y al Distrito Federal.

El Plan Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2006) establece que persiste en la Unión la competencia privativa para legislar sobre las aguas, cabiendo a los estados legislar con respecto a su poder-deber de celar por las aguas de su dominio, así como la competencia común, junto con la Unión, el Distrito Federal y los municipios, para registrar, hacerle seguimiento y fiscalizar la explotación de recursos hídricos en sus territorios.

ANA (2007) señala por su parte que la Gestión de los Recursos Hídricos en el Brasil y por ende en el sector brasileño de la Cuenca Binacional de la Laguna Merin, está basada en sus aspectos jurídicos e institucionales en los siguientes principios:

- 1934 - Código de Aguas
- 1981 - Política Nacional de Medio Ambiente
- 1988 - Constitución (agua es un bien público, dominio provincial o federal)
- 1997 - Ley de Aguas
- 2000 - Creación de ANA – Agencia Nacional de Aguas

La Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) del Brasil (Ley 9,433 de Enero de 1997) presenta los siguientes fundamentos:

- i) el agua es un bien público;
- ii) el agua es un recurso natural limitado, dotado de valor económico;
- iii) en situación de sequías, el uso prioritario de los recursos hídricos es el consumo humano y animal;
- iv) la gestión de los recursos hídricos debe proporcionar el uso múltiple del agua;
- v) la cuenca hidrográfica es la unidad territorial de planificación y gestión;
- vi) la gestión de los recursos hídricos debe ser descentralizada y contar con la participación del Poder Público, de los usuarios y de las comunidades.

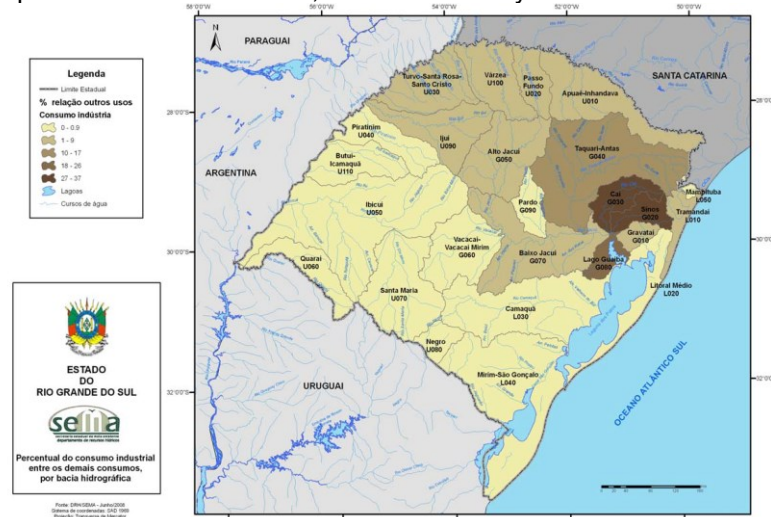


Fig. 52: Porcentaje de consumo industrial, entre los demás usos, por cuenca hidrográfica.
Fuente: Governo do Rio Grande do Sul, 2008.

El referido Plan, debe ser entendido esencialmente dinámico, flexible, permanente, participativo y sobre una óptica integrada y multi-disciplinario respetando la necesidad de contemplar los atributos previstos en la Ley N° 9,433/97 (Brasil) (ANA, 2007). La esencia del PNRH del Brasil presenta valores de partida muy similares a la vocación uruguaya, o sea con muchos puntos en común, por lo que, ello permite augurar una muy buena conciliación de las políticas entre ambos países.

Ellos son:

- i. La mejoría de las disponibilidades hídricas, superficiales y subterráneas, tanto en calidad como cantidad.
- ii. La reducción de los conflictos reales y potenciales del uso del agua, así como los eventos hidrológicos extremos.
- iii. La percepción de la conservación del agua como valor socioambiental relevante.

Además, la Ley N° 10,350/94, que instituyó el Sistema Estadual de Recursos Hídricos, reglamentando el Artículo 171 de la Constitución del Estado de Río Grande do Sul y específicamente en lo que se refiere a los objetivos y principios de la Política Estadual de Recursos Hídricos, definidos en la Sección 1 del Capítulo I, “es deber primordial del Estado ofrecer a la sociedad, periódicamente, para conocimiento, examen y debate, los relatorios sobre el estado cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos” (Artículo 3°, inciso V).

Tales informes, denominados Relatorías (o Informes) Anuales Sobre la Situación de los Recursos Hídricos en el Estado de Río Grande do Sul, deben ser aprobados por el Consejo de los Recursos Hídricos de Río Grande do Sul – CRH/RS (Artículo 8°, inciso IV), elaborados por el Departamento de Recursos Hídricos – DRH (Artículo 11°, inciso II, literal c) y valorados por los Comités de Cuencas Hidrográficas (Artículo 19°, inciso IV).

El Estado de RGS (Rio Grande do Sul), en el que se halla la CBLM, decidió establecer una periodicidad anual para el referido Informe o relatoría. En la cuenca, trabaja el Comité de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Merin y del Canal San Gonzalo, nucleando usuarios y

explorándose soluciones e información entre sus miembros. Es un órgano descentralizado, de participación social en el proceso de planeamiento y gestión de los recursos hídricos.

El Informe Anual sobre la Situación de los Recursos Hídricos del Estado de RGS (2007-2008) establece que a los Comités, les cabe la coordinación programática local, compatibilizando las metas del Plan Estadual de los Recursos Hídricos con la creciente mejora de la calidad de los cuerpos hídricos (Governo do Estado de Rio Grande do Sul, 2008).

El antes referido Informe establece que las atribuciones de los Comités de Gerenciamiento de Cuenca Hidrográfica consisten en:

- *Encaminar al DRH (Departamento de Recursos Hídricos) las propuestas locales para el Plan Estadual de Recursos Hídricos;*
- *Conocer y manifestarse sobre el Plan Estadual de Recursos Hídricos;*
- *Aprobar el Plan respectivo de la cuenca hidrográfica; Apreciar el informe anual sobre la situación de los recursos hídricos,*
- *Proponer el encuadre de los cuerpos de agua de la bahía hidrográfica;*
- *Aprobar los valores a ser cobrados por el uso del agua;*
- *Realizar el prorrateo de los costos de las obras de interés de uso común;*
- *Aprobar los programas anuales y plurianuales de inversiones y compatibilizar los intereses de los diferentes usuarios del agua, dirimiendo, en primera instancia, los eventuales conflictos.*

En material de autoridad medioambiental actuante en cuencas transfronterizas del Brasil, la FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler-RS), es un órgano vinculado a la Secretaría Estadual de Medio Ambiente. La FEPAM resultó instituida por la Ley 9,077 de 4 de junio de 1990 e implantada el 4 de diciembre de 1991.

En Brasil y en Uruguay, es decir en la CBLM, la licencia medioambiental, es un instrumento para la protección de los ecosistemas y la mejoría de la calidad ambiental, consistiendo en la obligación de previa autorización de los órganos ambientales para la implantación y operación de las actividades potencialmente contaminantes (en la práctica, las principales actividades económicas y sociales dependen hoy de su licenciamiento).

FEPAM (2011) recuerda que el licenciamiento medioambiental (denominado Autorización Ambiental Previa en el Uruguay), no debería ser considerado simplemente como la simple emisión de un documento oficial, sino la identificación de un análisis técnico preliminar, la apertura a espacios de promoción del debate público y la fiscalización posterior del cumplimiento de los términos de la licencia ambiental (FEPAM, 2011).

En el Uruguay, el cumplimiento medioambiental es similar y de elevada confianza en el debido proceso.

Se considera que aunque ha habido cambios institucionales de significación, aún no se ha alcanzado la arquitectura institucional estatal óptima, asociada a la más adecuada GIRH, encontrándose aún, un número importante de instituciones nacionales con facultades históricas referidas al tema agua e inevitables superposiciones.

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), es la responsable del otorgamiento de los licenciamientos para los diferentes emprendimientos que así lo requieran.

DINAMA (2011) informa que su misión es lograr una adecuada protección del ambiente propiciando el desarrollo sostenible a través de la generación y aplicación de instrumentos orientados a una mejora de la calidad de vida de la población y la conservación y uso ambientalmente responsable de los ecosistemas, coordinando la gestión ambiental de las entidades públicas y articulando con los distintos actores sociales.

Del mismo modo, su Visión, como referente en materia ambiental del país, es promover estrategias de gestión integrada para la protección, prevención, evaluación y control ambiental en un contexto de políticas participativas y articuladoras, propiciando que el Uruguay sea reconocido a nivel internacional por el compromiso y el cumplimiento con los acuerdos ambientales globales, cumpliendo en forma eficiente y eficaz sus cometidos, contando para ello con estructuras y recursos adecuados.

Por su parte y complementariamente, la Dirección Nacional de Aguas del Uruguay (DINAGUA) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente, presenta la Misión de mejorar la calidad de vida de los habitantes y asegurar el uso sustentable de los recursos hídricos del país, mediante la formulación de políticas nacionales de aguas y saneamiento, contemplando la participación de los diversos actores involucrados y la coordinación con las restantes políticas públicas. Su Visión es institucionalizar la gestión integrada y sustentable de los recursos hídricos, atendiendo los distintos usos y las demandas de servicios de la población, de manera planificada y participativa.

Iranzo (2000) señala que en materia de Mercado de Aguas, se entiende por tal aquel que "...supondría la transferencia voluntaria de los derechos de agua entre un comprador y un vendedor, a un precio fijado por la oferta y demanda o a un precio fijado por la administración". Brasil y Uruguay, no aplican esa filosofía de gestión de aguas en general y particularmente en jurisdicción de la CBLM.

3.2. Conflictos de gobernanza del Agua

Algunas situaciones de conflicto hídrico, que han sido identificadas en el sector brasileño pero podrían extrapolarse a toda la CBLM, serían las siguientes:

- a) la demanda hídrica, principalmente para el riego de arroz, supera las disponibilidades mínimas anuales y de verano. En estas situaciones, es utilizado un volumen hídrico almacenado en la propia Laguna Merin.
- b) la agricultura del arroz (rizicultura) en bañados y zonas bajas, causa el drenaje de esas áreas, la alteración y la colmatación (infilling) de cursos de agua, la reducción de los bosques de ribera y la contaminación por agroquímicos.
- c) los vertimientos de las aguas negras de origen urbano, en la región de Pelotas-RS y de Río Grande-RS, en ocasiones causa la contaminación de las aguas con coliformes fecales totales y por efluentes industriales.
- d) el transporte de cargas tóxicas en la región de Candiota, Pinheiro Machado y Pelotas (ciudades brasileñas en RS-CBLM), representa riesgos de contaminación accidental.
- e) la explotación minera en su región carbonífera y de exploración de calcáreo y mármol (Municipios de Candiota-RS, Hulha Negra-RS, Pinheiro Machado-RS y Pelotas-RS), causa contaminación de los recursos hídricos y del suelo, modificación de las morfología del relieve local, pérdida de mata nativa, erosión y la colmatación de ríos.

El Primer Foro Internacional sobre el Medioambiente para los Organismos de Cuencas (2011) concluyó que, las estructuras de gobernanza existentes están, en la mayoría de los casos, dirigidas principalmente a proporcionar marcos políticos, jurídicos e institucionales para satisfacer la demanda humana de agua. A menudo estos marcos abordan, la protección y uso sostenible de los recursos de agua dulce reales y los ecosistemas conexos.

Así, los acuerdos de cooperación eficaces para la gestión conjunta de las cuencas transfronterizas -como la CBLM- reconocen que la dimensión medioambiental de la gestión de estos recursos vitales es indispensable máxime cuando surgen nuevos desafíos, como el cambio climático.

En las áreas más altas de la CBLM, en territorio brasileño, los conflictos son debido a la implantación de extensas áreas de silvicultura en la región. El déficit hídrico y la incompatibilidad edáfica han sido erigidos como problemas para esa práctica, además de cuestiones referidas a la conservación de la biodiversidad.

A ello debe agregarse que no se conocen para la CBLM estudios fidedignos acerca del consumo de agua por parte de montes forestales.

Winckler Sosinski (2009) y Pillar et al (2006) argumentan que, en esas áreas el Bioma Pampa, todavía permanece razonablemente conservado, principalmente debido a la agropecuaria extensiva desarrollada. Se identifican algunas debilidades y fortalezas en el Marco Internacional actual de gobernanza del agua con casos de potenciales conflictos o desencuentros en la CBLM. Los cuatro literales del Marco y su comparación hacia el interior de la CBLM resultan ser:

a) Los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad: Los ecosistemas, particularmente las zonas de Reserva y sus servicios actualmente experimentan degradación a pasos rápidos y agigantados, planteando una serie de amenazas a la sostenibilidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. En la medida en que las poblaciones humanas aumentan y se expanden las economías, las necesidades de agua del medio ambiente, a menudo se descuidan en las prácticas de gestión de agua. El resultado ha afectado gravemente el medio ambiente acuático. La biodiversidad de la Cuenca Merin se halla amenazada y no reconoce fronteras administrativas. Las acciones operativas de los diferentes usuarios deberían presentar una mayor aplicabilidad en tal sentido para lograr el objetivo de un real desarrollo sostenible y de una ruta “más verde” del desarrollo económico.

El territorio de la zona de reserva en el Uruguay (1.250.000ha y una población de 70.000 habitantes), se encuentra situado en el borde suroccidental del escudo cristalino sudamericano, en una región de profundos contrastes estructurales (Ministerio de Medio Ambiente de España/UNESCO-MAB/Universidad de las Naciones Unidas/TWAS-Academy of Sciences for the Developing World/PROBIDES, 2007); de constantes desafíos que deben poder hallar, en todo momento y circunstancia, el debido equilibrio entre la custodia del medio ambiente y el derecho al desarrollo que admita la región de la Laguna Merin.

b) La adaptación al cambio climático: El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (siglas en inglés IPCC), ha establecido claramente que el cambio climático tendrá graves impactos sobre los recursos de agua dulce del mundo. La gobernanza y la gestión de las cuencas de agua dulce transfronterizas desempeñará un papel crucial en la respuesta al cambio climático.

En la CBLM, se visualiza un particular divorcio entre el conocimiento del cambio climático y la gestión de los recursos hídricos. La Cuenca posee muy buenos Planes Sectoriales pero evidencia una ausencia de un Plan Integrado a niveles Nacionales de Gestión de Aguas Dulces.

c) Leyes y regulaciones ambientales: Un número creciente de países ha adoptado un enfoque “más verde” para equilibrar el desarrollo socioeconómico y la protección del medioambiente al redactar y revisar las leyes y reglamentos nacionales relacionados con el agua que se aplican a los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

En la CBLM, ambos países gestores, poseen modernas y aplicables normativas medioambientales, en el sentido más amplio de su concepto. No obstante, aún restaría una mayor presencia fiscalizadora de los organismos competentes en materia de calidad de aguas y de tráfico ilícito de fauna y flora.

d) Desafíos institucionales: La gestión eficaz y razonable de los recursos de agua dulce del mundo requiere de una política fuerte y adecuada, mecanismos legales, financieros e institucionales para hacer frente a los múltiples desafíos económicos, sociales y ambientales.



Fig. 53: Reserva de biosfera Bañados del Este.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de España/UNESCO-MAB/Universidad de las Naciones Unidas/TWAS-Academy of Sciences for the Developing World/PROBIDES; 2007.

El Primer Foro Internacional sobre el Medioambiente para los Organismos de Cuencas (2011) concluyó que se abordan insuficientemente las necesidades específicas de capacidad de los organismos de cuencas, pues requieren de marcos, como los antes reseñados, para la protección y uso sostenible de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y los servicios de los ecosistemas relacionados.

En la CBLM, resulta evidente que los Estados deben establecer aún más garantías necesarias para que **toda la vida sea posible** y con la dignidad debida; así como el acceso irrestricto al agua potable y al saneamiento resultan ser ya derechos humanos fundamentales de la Humanidad tal como lo establece el Art. 3º de la Carta sobre Derechos Humanos.

Otro singular aspecto institucional que debería ser incorporado con mayor relevancia, es el que descansa en que cada Cuenca debería necesariamente elaborar las más adecuadas estrategias para “exportar” de la misma los bienes y servicios allí generados.

Así, las externalidades medioambientales negativas hacia el resto de cada uno de los territorios (brasileño y uruguayo) deberían ser minimizadas particularmente en materia de planificación de los modos de transporte utilizados y a utilizar, hacia y desde la Cuenca Merin, y no depender excesivamente de puertos ubicados en otras cuencas, como es el caso del Puerto de Montevideo en el sur del Uruguay, al que se le generan problemáticas de importancia.

3.3. Participación de la Sociedad Civil

Del lado uruguayo de la CBLM, de acuerdo a la Política Nacional de Aguas (Ley 18,610/2009) se ha creado el Consejo Nacional del Agua, Ambiente y Territorio y los Consejos Regionales de Recursos Hídricos los que dotarán al Uruguay de planes territoriales de uso del agua y de una necesaria armonización de políticas intersectoriales y de mayor participación social en las cuencas mayores del país.

El Informe Anual sobre la Situación de los Recursos Hídricos en el Estado de Rio Grande do Sul (2007 – 2008) establece que el proceso de gestión de las aguas de la CBLM enfrenta varios desafíos. La degradación ambiental de ciertas sub-cuencas hidrográficas, resultante de la expansión e intensificación de las actividades antrópicas, tiene comprometida la disponibilidad hídrica de ríos y lagunas en el Estado. Un ejemplo de ello, puede ser extraído por ejemplo de los datos inherentes a la sub cuenca del Río Gravataí en RS. En este caso, en el río son recurrentes los bajos niveles de agua en el verano, coincidiendo con el período de mayor consumo para el riego.

Por otra parte, otros usos como el abastecimiento doméstico y el abastecimiento industrial, en conjunto con el potencial contaminante de cargas de DBO remanentes, tienden a aumentar los conflictos en la referida sub-cuenca.

Para dirimir este problema, el DRH/SEMA (Dirección de Recursos Hídricos de la Secretaria Estadual de Medio Ambiente) ha emprendido esfuerzos en el sentido de implementar los instrumentos de gestión previstos en la Ley 10,350/1994 (cuerpo normativo del Brasil).

Así, se fomenta la participación de la ciudadanía mediante la creación de Comités de Cuencas además de desarrollar nuevas metodologías para viabilizar una gestión de cuencas compartidas. Además de ello, se han firmado convenios diversos con órganos de investigación (CTHidro) y de fiscalización (PRÓAGUA Nacional), con vistas al mejoramiento técnico de sus acciones y la implementación de infraestructuras hídricas, como la tan necesaria ampliación de la red hidrometeorológica del Estado.

La formulación de un Sistema de Informaciones sobre los recursos hídricos del Estado, es otra relevante acción que viene siendo ultimada. Este sistema va a facilitar la publicación de informaciones destinadas a la sociedad en general permitiendo una mayor agilización en la toma de decisión por parte de los técnicos responsables del otorgamiento de permisos de agua y de la planificación (Governo do Estado de Rio Grande Do Sul, 2008).

3.4. Planes de Desarrollo y Cambio Climático

En materia de una mejor utilización de los recursos naturales y del cambio climático, Brasil y Uruguay, han suscrito y ratificado la Cumbre de la Tierra de 1992, próxima ser evaluada en Rio+20 así como todos sus Principios y Convenciones que de la misma se derivaran.

Ello se aplicaría lógicamente a toda Cuenca que en forma conjunta deba ser gestionada y con mayor significación resulta la GIRH en cuencas transfronterizas. En materia de mitigación de impactos del cambio climático y medidas conexas que surgen de los escenarios IPCC, la principal dificultad es no disponerse de los fondos frescos necesarios provenientes de los países desarrollados derivados de sus respectivos 0.7% PBI, ya que es escaso el grado de cumplimiento de los referidos países desarrollados hasta el presente.

En tal sentido, se considera inquietante que los países afectados deban asumir responsabilidades, cuando el principio de la responsabilidad compartida pero diferenciada continua vigente en esta materia.

Por otra parte, un proyecto fuertemente sustentable relacionado con la Hidrovía de la Laguna Merin, habrá de minimizar la emisión de gases de efectos invernadero generados en la Región Merin.

4. Referencias Bibliográficas

- ACA (2009) Guía de Buenas Prácticas en el Cultivo de Arroz en el Uruguay. Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA)-INIA-Facultad de Agronomía, Universidad de la República-Laboratorio Tecnológico del Uruguay. Montevideo.
- ANA (2007) La Implantación del Plan Nacional de Recursos Hídricos de Brasil. de Moraes Cordeiro Netto, O. Agência Nacional de Águas, Brasil.
- ANA (2011) Portal de la Agência Nacional de Águas. Portal actualizado: diciembre 2011. (En portugués). (Fecha de consulta: 18 de Diciembre de 2011. Disponible en www.ana.gov.br
- Azambuja, J. L. (2005) Hidrovia da Lagoa Mirim: Un Marco de Desenvolvimento nos Caminhos do Mercosul. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil.
- Becker, C. T. (1992). Determinação de regiões homogêneas de precipitação e temperatura no estado do Rio Grande do Sul. Campina Grande: UFPB; 80 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia - Climatologia) - Curso de Pós-graduação em Meteorologia. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- Bellagamba, J.L., Broggi, G. (2013) Situación de los recursos hídricos en Uruguay. En Mahlknecht J., Pastén Zapata, E. (coords.) Situación de los recursos hídricos en América Latina. Pearson Educación, Centro del Agua para América Latina y el Caribe. México.
- Beltrame, L. F. S. & Tucci, C. E. M. (Organizadores). (1998) Estudo para avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da Bacia da Lagoa Mirim. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas-IPH/UFRGS. Vol. 1. 128p.
- Blain C. G.; Toshie K. M., Bento P. de C. M., Lulu, J. (2009) Variabilidade amostral das series mensais de precipitação pluvial em duas regiões do Brasil: Pelotas-RS e Campinas-SP. Sample variability of monthly precipitation series in two regions of Brazil: Pelotas-RS and Campinas-SP. Revista Brasileira de Meteorologia. vol.24, No.1, São Paulo, Brasil.
- Caldeyro Victoria (2005) Características del Clima en Uruguay. Disponible en: <http://campos.caldeyro.com/uruguay-clima.php>
- CNRH (2006) O Plano Nacional de Recursos Hídricos. Conselho Nacional de Recursos Hídricos, CNRH (Brasil).
- Columbia University/Provides/CSR/IBAMA (2004). Rapid Ecological Evaluation for the Project on Use of Remote Sensing Technologies for Ecosystem Management Treaties. Report. US Bureau of Oceans and International Environmental and Scientific Affairs (OES) of the U.S.Department of State. UE/PNUD/GEF, Rocha, Uruguay.
- Conde, D., Rodríguez-Gallego L., Rodríguez-Graña, L. (2003) Análisis Conceptual de las Interacciones Abióticas y Biológicas entre el Océano y las Lagunas de la Costa Atlántica de Uruguay. Informe Final. Sección Limnología, Departamento de Ecología, Instituto de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República. Montevideo.
- Consortio Oriental (2004) Estudio de Factibilidad y Análisis de alternativas para el Transporte Multimodal en la Región Litoral Este y en particular el transporte de arroz. Consorcio Oriental CSI Ingenieros - Serman & Asociados. Informe Final. Montevideo.
- Costanza, R., Waigner, L., Folke, C., Mäler, K.G. (1993) Modeling complex ecological economic systems: towards an evolutionary dynamic understanding of people and nature. BioScience 43.
- CRH/RS/Magna Engenharia (1997) Levantamento Cadastral dos Usuarios da Agua na Bacia Hidrografica da Lagoa Mirim, notadamente irrigantes e tomada de agua para Abastecimento Publico e Industrial" Conselho de Recursos Hidricos de Rio Grande do Sul – Divisão de Recursos Hídricos, 250 pp.
- da Fonseca H. R., Strauch J. C., Paiva de Lima, M.L. (2005) Estudo da potencialidade da Lagoa Mirim a través do transporte de arroz pelo modal hidroviário. FURG, Rio Grande-RS. Brasil.
- da Fonseca H., R., Paiva de Lima, M.L. (2008) O uso do modal hidroviário na Lagoa Mirim para o transporte de arroz através da utilização de modelos comportamentais. Departamento de Materiais e Construção – FURG, Rio Grande, RS. Brasil.
- Day J. W., Hall, C. A. S., Kemp, W. M., Yáñez-Arancibia, A. (1989) Estuarine Ecology. Ed. Wiley, 558 pp.
- Delegación Uruguaya en la Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merin (2007) Estudio de Factibilidad de la Cuenca del Río Yaguarón. Consultoras Berger/Brokonsult-Suecia, Sondotecnica (Brasil) y Uruplan (Uruguay) (Publicado en julio de 1975). Treinta y Tres, Uruguay.
- DIEA (2010) Encuesta de Arroz, Zafra 2009/10, Serie Encuestas Julio, 2010, N° 291. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo.
- DINAGUA-MVOTMA-UY (2009) Inventario Nacional de Recursos Hídricos. Dirección Nacional de Agua, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Dirección Nacional de Minería y Geología-MIEM-UY.
- DINAMA (2011) Portal de DINAMA/MVOTMA. Dirección Nacional de Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Fecha de actualización: diciembre de 2011. (Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2011). Disponible en www.dinama.gub.uy
- Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay (2012) Estadísticas Climatológicas. Disponible en: <http://meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>.
- Duarte, K. P. (2007) Análise Operacional do Complexo Portuário de Rio Grande Usando Teoria de Filas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Oceânica, FURG. Rio Grande-RS, Brasil.
- Embrapa Clima Temperado (2009) Monitoramento Sócio Ambiental da Bacia da Lagoa Mirim (1997-2006). Documentos 267. Filippini, Hellnig y Amorim da Costa (coords.). Pelotas-RS, Brasil.

- Embrapa Clima Temperado (2011). Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Wrege, M. S., Steinmetz, S., Reisser, J. C., Rodrigues de Almeida I. (eds). Pelotas; Colombo: Embrapa Florestas.
- Embrapa Uva e Vinho (2003) Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado. Miele, A., Guerra, C. C., Hickel, E., Mandelli, F., Melo, G.W., Kuhn, G. B., Tonietto, J., Protas., J. F. da S., Mello, L.M. R., Garrido, L. da R., Botton, M., Zanus, M. C., Sônego, O. R., Soria, S. de J., Fajardo, T. V. M., Camargo, U. A., Bento Gonçalves-RS.
- FAO/PNUD (1972) Desarrollo de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Merin. Ingeniería, Proyecto Regional: Brasil y Uruguay. Roma, Italia.
- FEE (2004) Datos de la Fundação de Economia e Estatística, Secretaria da Coordenação e Planejamento del Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
- FEPAM (2011) Portal de FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS. Fecha de actualización: diciembre de 2011. (Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2011). Disponible en www.fepam.rs.gov.br/institucional
- Fraga, D. S. (2007) Comportamento Hidrológico da Bacia PIRATINI-SÃO GONÇALO-MANGUEIRA/RS. Porto Alegre, Brasil.
- García Schlee, A. (2007). Lagoa Mirim, Patria comum dos gaúchos. Redator do texto do Tratado Brasileiro-Uruguaio de Cooperação para o Aproveitamento dos Recursos Naturais e o Desenvolvimento Integrado da Bacia da Lagoa Mirim. Pelotas-RS, Brasil.
- Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2007) Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul. Ed. 2006/2007. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos. Porto Alegre, Brasil.
- Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2008) Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul. Ed. 2007/2008. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos. Porto Alegre, Brasil.
- Hoekstra, A. (1969) Some physical characteristics of the sedimentary soils around the Merin Lagoon Basin. Treinta y Tres-Uruguay. In: Merin Lagoon Regional Project CLM/FAO/PNUD. 63 pp.
- IBGE (2005) Censo de Población de Brasil, estimación a septiembre 2005. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas.
- IBGE (2009) Domicílios abastecidos de água por rede geral, segundo as Grandres Regioes – 2000/2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil. Disponible en: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/images/1691_2810_081224_235425.gif
- IMFIA (2001) Balances Hídricos Superficiales en Cuencas del Uruguay. IMFIA-UDELAR/MTOP-DNH. Montevideo, Uruguay.
- IMFIA-UDELAR/MTOP-DNH (2001) Balances Hídricos Superficiales en Cuencas del Uruguay. Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental, Universidad de la República. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Dirección Nacional de Hidrología. Montevideo, Uruguay.
- INE (2011a) Uruguay en cifras 2011. Instituto Nacional de Estadística del Uruguay. Montevideo, Uruguay.
- INE (2011b) Proyección de la Población, al 30/6 de cada año. Instituto Nacional de Estadística. Montevideo, Uruguay.
- Iranzo, J.E. (2000) El Mercado del Agua. Dirección General del Instituto de Estudios Económicos. Madrid.
- Khan V., Kim I. (1998) A Análise de Agrupamento Pluviométrico nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Departamento de Geociências, Setor de Meteorologia. Fundação Universidade do Rio Grande (FURG), Rio Grande/RS, Brasil.
- Kjerfve, B. (1994) Coastal Lagoon Processes. Elsevier Oceanography Series 60. Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V. 577 pp.
- Knoppers, B. (1994) Aquatic primary production in coastal lagoons. In: Knoppers, B. & Kjerfve, B. Coastal lagoons of southeastern Brazil: Physical and biochemical characteristics. 35-66. In: Perillo & Piccolo (Eds.) Estuaries of South America. Their Geomorphology and Dynamics. Springer, pp. 150.
- Köppen, W. (1936) Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie (ed. by Köppen, W. and Geiger, R.), Vol. 1 Part C pp. 1-44. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Lasserre, P. (1979) Las lagunas costeras: ecosistemas de refugio, focos de cultivo y objetivos de expansión económica. UNESCO.
- Mabilia, R. (2002) Aquablog: Biótopos Rio Grandenses (NASA - noviembre 2002). Disponible en <http://www.imagens-terra.com/brasil-uruguai.htm>.
- Machado G. (2002) Qualidade das Águas no Canal Sao Goncalo. Rio Grande do Sul – Brasil – UFSC – Pós Graduacao em Geografia Dissertacao de Mestrado, 170 p.
- Machado G. (2007) Doutorado em Geografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mezzquita Filho” (UNESP). “Demanda e Disponibilidade Hidrica no Sistema Lagoa Mirim – Sao Gonçalo – Rio Grande do Sul”. Revista Discente Expressões Geográficas. Florianópolis–SC, n.03, p.61-82, Brasil.
- Magna Engenharia Ltda. (1997) Levantamento Cadastral dos usuários da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim. Porto Alegre. CD-ROM.
- Marques, M., da Costa, M. F., de O. Mayorga, M. I., Pinheiro, P. R. C. (2004) Water environments: anthropogenic pressures and ecosystem changes in the Atlantic drainage basins of Brazil. Abio Vol. 33, No. 1-2; 68-77.

- MIEM (2010) Consultoría del Proyecto: Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Ministerio de Medio Ambiente de España/UNESCO-MAB/Universidad de las Naciones Unidas/TWAS-Academy of Sciences for the Developing World/PROBIDES (2007) Programa de cooperación Sur-Sur, Documentos de Trabajo N° 37. "Reserva de Biósfera, Bañados del Este". Coordinador: Pezzani, F. Rocha, Uruguay.
- Ministerio dos Transportes do Brasil (2011) Mapa Ferroviário de Brasil. Brasil.
- Mitsch W., Gosselin J. (1993) Wetlands. 2nd Ed. Van Nostrand-Reinhold, New York.
- MTOP (1979) Conservación y Mejora de Playas. Informe Técnico UNDP/URU/73/007, FMR/SC/OPS/80/214 (UNDP). Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Uruguay. Montevideo 593 pp.
- MTOP (1996) Anuario Hidrológico 1994-1995. Dirección Nacional de Hidrografía (DNH). Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Montevideo, Uruguay.
- MTOP (1999) Derechos de Aguas, Roles Institucionales y Resolución de Controversias en Uruguay. Torres R. Montevideo, Uruguay.
- MTOP (2007a) Frecuencia de datos diarios en estación La Charqueada, Río Cebollati. División de Recursos Hídricos. Dirección Nacional de Hidrología. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Montevideo, Uruguay.
- MTOP (2007b) Frecuencia de datos diarios en estación Lago Merin, Laguna Merin. División de Recursos Hídricos. Dirección Nacional de Hidrología. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Montevideo, Uruguay.
- MTOP (2010) Aprovechamientos de agua superficial registrados. Dirección Nacional de Hidrología. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Montevideo, Uruguay.
- MTOP (2011) Evolución de la red hidrométrica en el Uruguay. División de Recursos Hídricos. Dirección Nacional de Hidrología. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Montevideo, Uruguay.
- MTOP (2012) Red de estaciones hidrométricas. Dirección Nacional de Hidrografía (DNH). Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Uruguay. Disponible en: <http://www.dnh.gub.uy/dnh/imagenes/ubicaEST.jpg>.
- MVOTMA (2010) Estado de situación, Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Agenda para la Acción. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Uruguay.
- Nichols M.M., Allen, G. (1981) Sedimentary processes in Coastal Lagoons. In: UNESCO Coastal lagoon research present and future. Tech. Papers in Mar. Sci., 33:27-80.
- OMS/UNICEF/JMP (2006) Datos de agua y saneamiento basados en la Encuesta Mundial de la Salud (OMS 2003). Organización Mundial de la Salud, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa de Monitoreo Conjunto.
- ONU (2009) III Informe del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de Naciones Unidas. Caso de Estudio Cuenca de la Laguna Merin. Carlos Ma. Serrentino. Unesco, Paris. Disponible en el sitio: http://webworld.unesco.org/water/wwwp/wwwdr/wwwdr3/case_studies/pdf/Case_Studies_LatinAmCaribbean.pdf.
- OSE (2011a) Portal de Obras Sanitarias del Estado. Actualizado: diciembre de 2011. (Fecha de consulta: 26 de diciembre de 2011). Disponible en: www.ose.com.uy/a_envasadora_agua_potable.html.
- OSE (2011b) Agua Potable: Desafíos y Perspectivas. Agua para las ciudades, respondiendo al desafío urbano. Obras Sanitarias del Estado. Montevideo.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A. (2007) Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633–1644.
- Pérez Arrarte C., Scarlato G. (2000) Cultivar la Paz, Conflicto y colaboración en el manejo de los recursos naturales. Capítulo 12. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Daniel Buckles.
- Pillar, V. D., Boldrini, I. I., Hasenack, H., Jacques, A. V.A., Both, R., Müller, S. C., Eggers, L., Fidelis, A., Santos, M. M. G., Oliveira, J. M., Cerveira, J., Blanco, C., Jones, F., Cordeiro, J. L. E Pinillos Galindo, M. (2006) In: Workshop Estado atual e desafios para a conservação dos campos. 24 p., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil; 2006.
- Poder Legislativo del Uruguay (2011) Portal del Poder Legislativo del Uruguay. Fecha de actualizado: setiembre de 2012. "Artículo 47 de la Constitución de la República Oriental del Uruguay". Disponible en www.parlamento.gub.uy.
- Primer Foro Internacional sobre el Medioambiente para los Organismos de Cuencas (2011) El gobierno de los recursos hídricos de agua dulce más allá de Río +20: Afrontando los desafíos de sostenibilidad. Tailandia, Octubre.
- Probides (2002) Bases para un Plan de Manejo de la Laguna Merin. Documentos de Trabajo – N° 40, PROBIDES, Reserva de Biosfera Bañados del Este. UE/PNUD/GEF, Rocha, Uruguay
- Probides (2002) Reserva de Biosfera Bañados del Este. Bases para un Plan de Manejo de la Laguna Merin. UE/PNUD/GEF. Uruguay.
- Probides (2005) Isla del Padre (Río Cebollati): propuesta de manejo y recomendaciones para el desarrollo turístico de su entorno. Fagetti, C., Molina, B., Prigioni, C., Vitancurt, J. (coords.). Rocha, Uruguay.
- SEMA (2002) Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual do Medio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos. Brasil
- Sombroek, G. W. (1969) Soil Studies in the Merin Lagoon Basin. In: Merin Lagoon Regional Project CLM/PNUD/FAO. Treinta y Tres, Uruguay. 325 pp.
- Strahler, A. N., (2005) Geografía Física. Barcelona: Ediciones Omega, tercera edición, séptima reimpresión.
- Tucci, C.E.M. (2001) Vazão máxima e hidrograma de projeto. In: Tucci, C.E.M. Hidrologia. Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS: ABRH.
- UNDP/FAO/Comisión Laguna Merin Brasil-Uruguay (1970) Merin Lagoon Project. Escale 1:1.000.000.
- UNESCO/PHI-LAC (2007) Atlas de las Culturas Hídricas de América Latina, Capítulo Uruguay. Agua y Cultura, Grupo Uruguay. Coordinadora del Proyecto: Lic. Ana Buti. Montevideo.

- Vaz da Silva, M., Cardoso, N. L., Rejane J. de C. C. (2011) Identificação de tendências climáticas nas séries de precipitação e temperatura. UFPEL, Departamento de Meteorologia. Pelotas, Brasil.
- Vaz da Silva, M., Rejane J. de C. C. (2011) Anomalias decadais do regime hídrico do RS no período de 1977 a 2006. Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, RS. Ciência e Natura, UFSM, 33 (1): 75 – 89.
- Vera A. H. (2010) Redes Hidrológicas de la Asociación Regional III (América del Sur) de la Organización Meteorológica Mundial. SENAMHI de Perú. Santiago, Chile.
- Villanueva, A. O. N., Silva, E. A., Tucci, C. E. M., Beltrame L. F. S. (1998) Balanço oferta demanda para gerenciamento do Sistema Mirim-Mangueira”. In XVII Congresso Nacional da Agua, 1998, Santa Fé, Argentina; II Simposio de Recursos Hídricos do CONESUL, 1998, Santa Fé, Argentina. Anais. Santa Fé. p. 477-487.
- Wetlands International (2008) Primer Taller para la Conservación de Aves Playeras Migratorias en Arroceras del Cono Sur. de la Balze, V.M., Blanco, D.E. (eds.). Buenos Aires, Argentina. Disponible en: www.wetlands.org/LatinAmerica/Sp/index.aspx.
- Winckler Sosinski, L. T. (2009) Caracterização da Bacia Hidrográfica Mirim São Gonçalo e o Uso dos Recursos Naturais. Documentos 255. EMBRAPA. Pelotas-RS. Brasil.

**CENTRO DEL AGUA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
AV. EUGENIO GARZA SADA 2501 SUR
COL TECNOLÓGICO
MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

www.centrodelagua.org