Boletín técnico
de la Fundación Vida Silvestre Argentina

APORTES PARA ABORDAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA BAHÍA SAMBOROMBÓN

FUNDACIÓN
VIDA SILVESTRE
ARGENTINA

Boletín técnico

de la Fundación Vida Silvestre Argentina

Agosto 2013

APORTES PARA ABORDAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA BAHÍA SAMBORORMBÓN

Autores:

Capítulo 1 (por orden alfabético): Osvaldo F. Canziani[1], Pablo O. Canziani[2], Alicia Fernandez Cirelli[3], Jorge O. Codignotto[4], Juan C. Gimenez[5], Miguel A. Giraut[6] y Alejandra V. Volpedo[7]

Capítulo 2: Julieta Pedrana[8] y Carolina Block[9]

Coordinación: Fernando Miñarro[10]

[1] Dr. en Meteorología, de la UBA (1953); Master of Science en Meteorología y Diploma del Imperial College of Science and Technology, de la Universidad de Londres (1946-1948). Consultor Internacional sobre Cuestiones Atmosféricas y Ambientales.

[2] Dr. en Cs. Físicas de la UBA. Investigador Principal del CONICET. Director del Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global (PEPACG), Pontificia Universidad Católica Argentina.

[3] Dra. en Cs. Químicas de la UBA. Investigadora Principal del CONICET. Directora del Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), Instituto de la UBA. Líder de Consorcio RALCEA, Red de Centros de Excelencia en el sector Agua en América Latina.

[4] Dr. en Geología de la UBA. Investigador Principal del CONICET. Codirector de los Proyectos "Erosión en la costa Argentina, ascenso del nivel del mar y calentamiento global" y "Evaluación de la erosión costera en la provincia de Buenos Aires a través de factores geológicos, oceanográficos y atmosféricos".

[5] Ing. Hidráulico y Magister en Gestión del Agua de la UBA. Presidente de la Comisión de Recursos Hídricos del Centro Argentino de Ingenieros (2011). Co-Tutor de la Tesis de Tamara Yunes sobre el tema "El análisis multicriterio como herramienta para la gestión del humedal mixohalino de la Bahía Samborombón" (2008).

[6] Dr. en Cs. Naturales, orientación Geología de la Univ. Nac. de la Plata (2005). Especialista en interpretación de Imágenes de Satélite y Sistemas de Información Geográfica. Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, (EPFL). Institut d' Aménagement des Terres et des Eaux. Institut de Génie de l' Environnement (1992).

[7] Dra. en Ciencias Biológicas de la UBA (2001). Investigadora Adjunto del CONICET. Coordinadora de la Maestría en Gestión del Agua. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), FVET-UBA. Co-autora del capítulo "Influencia antrópica en el humedal mixohalino de Bahía Samborombón (Buenos Aires, Argentina)" (2003).

[8] Dra. en Ciencias, área Biología, de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Investigadora del CONICET. Integrante del Grupo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del INTA, EEA Balcarce.

[9] Dra. Integrante del grupo Ecología y Conservación de Vertebrados, del Laboratorio de Vertebrados, Departamento de Biología, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), CONICET – Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

[10] Lic. en Ciencias Biológicas. Coordinador de los Programas Pampas y Gran Chaco de la Fundación Vida Silvestre Argentina. fernando.minarro@vidasilvestre.org.ar www.vidasilvestre.org.ar

Contenido

Agradecimientos 7

Capítulo 1: Análisis de vulnerabilidad al Cambio Climático del Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia. Autores por orden alfabético: Osvaldo F. Canziani, Pablo O. Canziani, Alicia Fernandez Cirelli, Jorge O. Codignotto, Juan C. Gimenez, Miguel A. Giraut y Alejandra V. Volpedo 8

Introducción 8

Síntesis del método aplicado 10

Conceptos fundamentales de adaptación al cambio climático. 11

Programa de adaptación al cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia 13

Conceptualización de las características generales del área de estudio 13

Geología, geomorfología y edafología 13

Evolución geomorfológica 19

Oceanografía costera del área 21

Condiciones de la Temperie, el Clima y eventos extremos. Cambio climático 39

Condiciones geofísicas 50

Análisis hidrometeorológico de la Bahía Samborombón. 77

Calidad Del Agua 89

Microambientes y biodiversidad 95

Actividades Humanas 100

Temperie, Variabilidad y Cambio Climático. Conceptos básicos. Sus efectos, en tiempo y espacio. 111

Identificación y definición de los objetos de conservación. 114

Estado actual y condiciones de vulnerabilidad frente a la variabilidad climática y el cambio climático en el Sitio Ramsar 114

Análisis situacional de los impactos y la vulnerabilidad ante la modificación del clima, en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y adyacencias 116

Proyecciones utilizadas en este estudio realizadas con diferentes modelos y distintos escenarios socio-económicos. 121

Box Sobre Modelos 131

Impactos en relación a aspectos oceanográficos. 132

Marea Astronómica: 133

Ondas de Tormenta (ODT): 134

Nivel medio del mar: 135

Olas: 136
Meteotsunamis: 140
Corrientes: 140
Transporte litoral paralelo a la costa asociado a las olas (Longshore transport): .. 141
Impactos en relación a aspectos hidrometeorológicos. 141
Vulnerabilidad respecto de precipitaciones 141
Vulnerabilidad respecto al impacto del viento: 144
Impactos relacionados a las actividades económicas, biodiversidad y/o recursos naturales del Sitio Ramsar Bahía Samborombón 147
Sobre las actividades agropecuarias: 148
Sobre la pesca: 149
Sobre la minería: 150
Impactos en relación a los pueblos ubicados en el Sitio Ramsar 151
Impactos en relación a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del humedal y las áreas protegidas presentes en el área 152
Respuestas humanas adversas y amenazas actuales exacerbadas ante el cambio climático en el área de estudio. 157
Impactos críticos del cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia 158
Erosión costera: 158
Erosión en playas arenosas del nordeste bonaerense: 158
Disminución en la disponibilidad de agua dulce potable: 159
Aumento de inundaciones: 159
Impactos sobre la calidad del agua superficial. 159
Impactos negativos en la localidad de General Lavalle: 160
Pérdida de territorio - Efectos sobre las actividades agropecuarias: 160
Efectos sobre la pesca: 160
Efectos sobre los servicios ecosistémico y la biodiversidad. 161
Identificación de refugios, corredores y áreas de conectividad ecológica que contribuyan a la resiliencia de los ambientes ante el cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia. 161
Lineamientos para la elaboración de estrategias de monitoreo, resiliencia y adaptación para el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia en relación al cambio climático. 162
Listado de acciones para la prevención de daños y riesgos ambientales 165
Consideraciones Finales y recomendaciones para los gestores. 168

Capítulo 2 – Estudio de Ecología del Paisaje del Sitio Ramsar Bahía Samborombón y área de influencia. Autores: Julieta Pedrana y y Carolina Block..... 172

Área de estudio: Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia..... 172

Definir los objetivos de conservación y la unidad de paisaje..... 174

Objetivo de conservación 1. Ambientes de marismas..... 174

Objetivo de conservación 2. Bosque de Tala. 175

Objetivo de conservación 3. Venado de las Pampas. 175

Definir las variables o métricas del paisaje..... 175

Resultados y conclusiones..... 178

Objetivo de conservación 1. Ambientes de marismas..... 178

Interpretación de las métricas de la configuración y composición del paisaje. 179

Interpretación de las métricas Indicadoras de la fragmentación. 182

Interpretación de las métricas Indicadoras de la forma. 184

Conclusiones sobre las marismas 185

Objetivo de conservación 2 y 3. Bosques de Tala y Venado de las Pampas. 187

Interpretación de las métricas de la configuración y composición del paisaje 187

Interpretación de las métricas indicadoras de la fragmentación 197

Interpretación de las métricas indicadoras de la forma 200

Conclusiones sobre las variables del paisaje generadas para el estudio de los Bosque de Tala y los ambientes potenciales para el Venado de las Pampas. 203

Referencias 205

Glosario de términos y conceptos seleccionados relacionados con el cambio climático, y mencionados en el documento 215

ANEXO 1 - Artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) 231

ANEXO 2 - Sistema de Información Geográfica de la Bahía Samborombón y su zona de influencia. Autor: Miguel A. Giraut 232

Introducción 232

Marco Conceptual 232

Elementos de un SIG 234

Etapas metodológicas 235

Sistema de representación de los mapas. 235

Base de datos geográficos 237

Organización 237
Georreferenciación 237
Generación de la base de datos geográfica. 237
Generación de la base de datos de atributos 238
Diccionario de Datos 238
SIGLAS 240
Fuentes de Información 241
Información Cartográfica 241
Información Cartográfica Analógica 241
Información Cartográfica digital 241
Atlas de Suelos de la República Argentina 243
Consideraciones Finales 255
Antecedentes Bibliográficos 256

Agradecimientos

Al Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) de la provincia de Buenos Aires por proveer información y estudios relativos a las áreas protegidas de la Bahía Samborombón y al ordenamiento territorial de los bosques nativos de la región, en el marco de la Ley Nacional Nº 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

A la Lic. Paz Gonzalez, consultora independiente en ciencias ambientales y cambio climático, por la revisión editorial del informe.

Al Dr. Juan Pablo Isacch, Investigador Independiente del CONICET del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC – CONICET) de la Universidad Nacional de mar del Plata, por la revisión y lectura crítica del Capítulo 2.

A todos los pobladores, guardaparques, productores y pescadores de la Bahía Samborombón, por encontrarse siempre a disposición para recibirnos y ayudarnos con los trabajos y estudios que desde 1979 lleva adelante la Fundación Vida Silvestre Argentina en este maravilloso lugar llamado Bahía Samborombón.

Capítulo 1: Análisis de vulnerabilidad al Cambio Climático del Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia

Introducción

El objetivo de este estudio es el análisis de las condiciones de vulnerabilidad del sitio RamsarBahía Samborombón y sus adyacencias, ante los efectos del calentamiento terrestre y su incidencia en el cambio ambiental de esa zona. Además, considera las estrategias de adaptación y las medidas que pudieran incrementar la resiliencia de los sistemas naturales y humanos, potencialmente posibles.

En este contexto, recordemos que la costa atlántica argentina abarca 2400 km de longitud (Cousseau y Perrotta, 2000); sin embargo, son limitados los ambientes considerados humedales mixohalinos. El más extenso de la Argentina (244.000 ha) corresponde ala Bahía Samborombón, ubicada en el noreste de la provincia de Buenos Aires. Este humedal se extiende desde Punta Piedras (35° 27´S; 56° 45´O) hasta Punta Rasa (36° 22´S; 56° 35´O) (Figura 1). Posee un ancho variable de 2 a 23 km y también incluye un sector de aguas someras hasta la isobata de 3,5 metros. Constituye una zona de interacción entre los ecosistemas acuático y terrestre, y de mezcla entre las aguas del Río de la Plata y el Océano Atlántico, lo que crea condiciones ecológicas particulares que le permite ser el sustento de una gran biodiversidad.

Figura 1

Ubicación del Sitio Ramsar Bahía Samborombón (a). Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

El humedal mixohalino de Bahía Samborombón, sitio RAMSAR desde 1997, comprende áreas protegidas de diferente categoría, jurisdicción y administración, como son: el Sitio RAMSAR Bahía Samborombón, el Sitio de Importancia Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP), el Parque Nacional Campos del Tuyú, la Reserva Natural Integral (RNI) Bahía Samborombón, la Reserva Natural de Objetivo Definido (RNOD) complementaria a la RNI Bahía Samborombón , la Reserva Natural Integral (RNI) Rincón de Ajó, la Reserva Natural de Objetivo Definido (RNOD) complementaria a la RNI Rincón de Ajó, el Refugio de Vida Silvestre (RVS), la Reserva Punta Rasa, e incluye la zona sur de la Reserva de Biósfera Parque Costero del Sur. Además de poseer una singular biodiversidad, este humedal, cumple funciones ecológicas irremplazables (albergue de especies en riesgo de conservación y migratorias) y servicios naturales fundamentales para la preservación del ecosistema terrestre y costero, y de los asentamientos humanos aledaños.

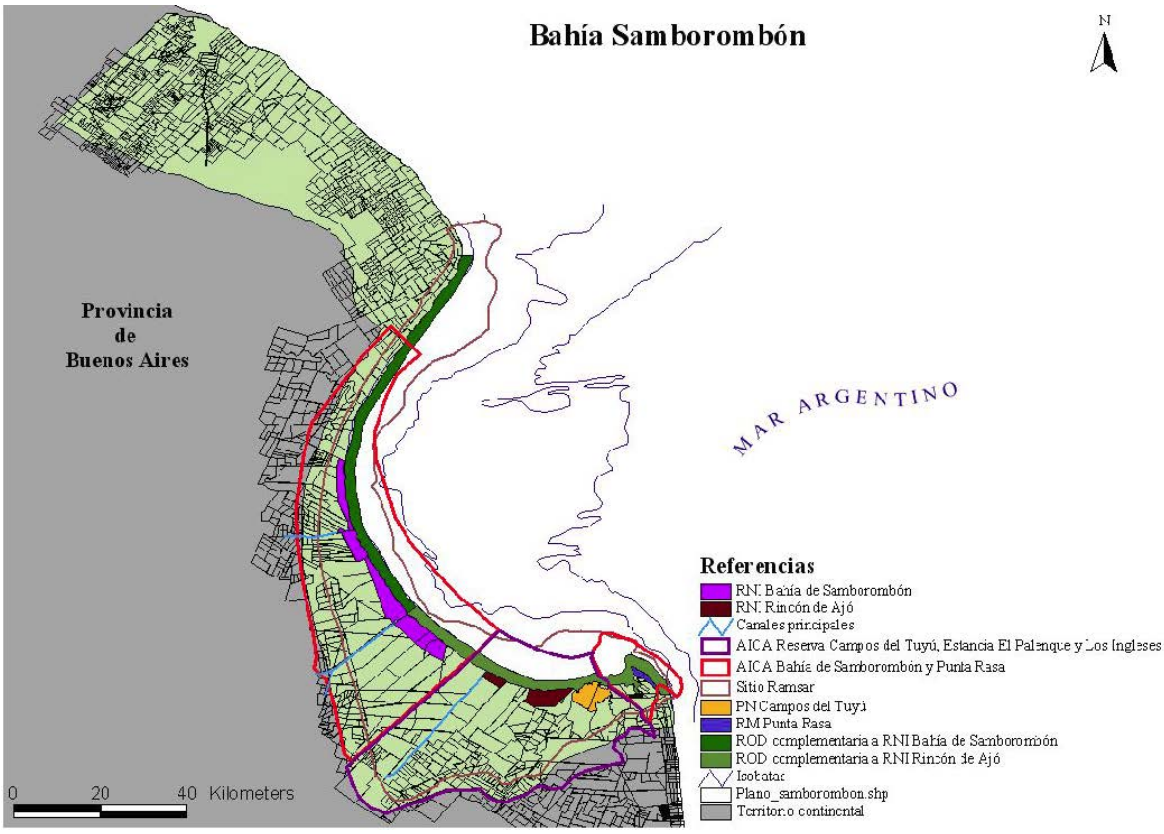


Figura 2
Superficies ocupadas por las distintas categorías de las áreas protegidas de la Bahía Samborombón. Fuente: Rebolo Ifrán (2010).

La Bahía Samborombón y sus zonas aledañas son una de las áreas consideradas como más afectadas por los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático de la zona costera del litoral marítimo argentino (PNUD-SECYT, 1998, Barros *et al.,* 2005). En este documento se presenta un análisis de la vulnerabilidad al Cambio Climático del Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia, con el fin de brindar una

herramienta para la elaboración de estrategias de adaptación que permitan el manejo de los recursos de la zona en los potenciales escenarios de cambio climático.

Síntesis del método aplicado

El método aplicado para la realización de este proyecto sigue los lineamientos propuestos por la Comisión Nacional de Aéreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicanopara la Conservación de la Naturaleza (2011).El método se basa en el *Ciclo de Manejo de Proyectos* (CMP, 2007) y posee cinco etapas (Figura 3).

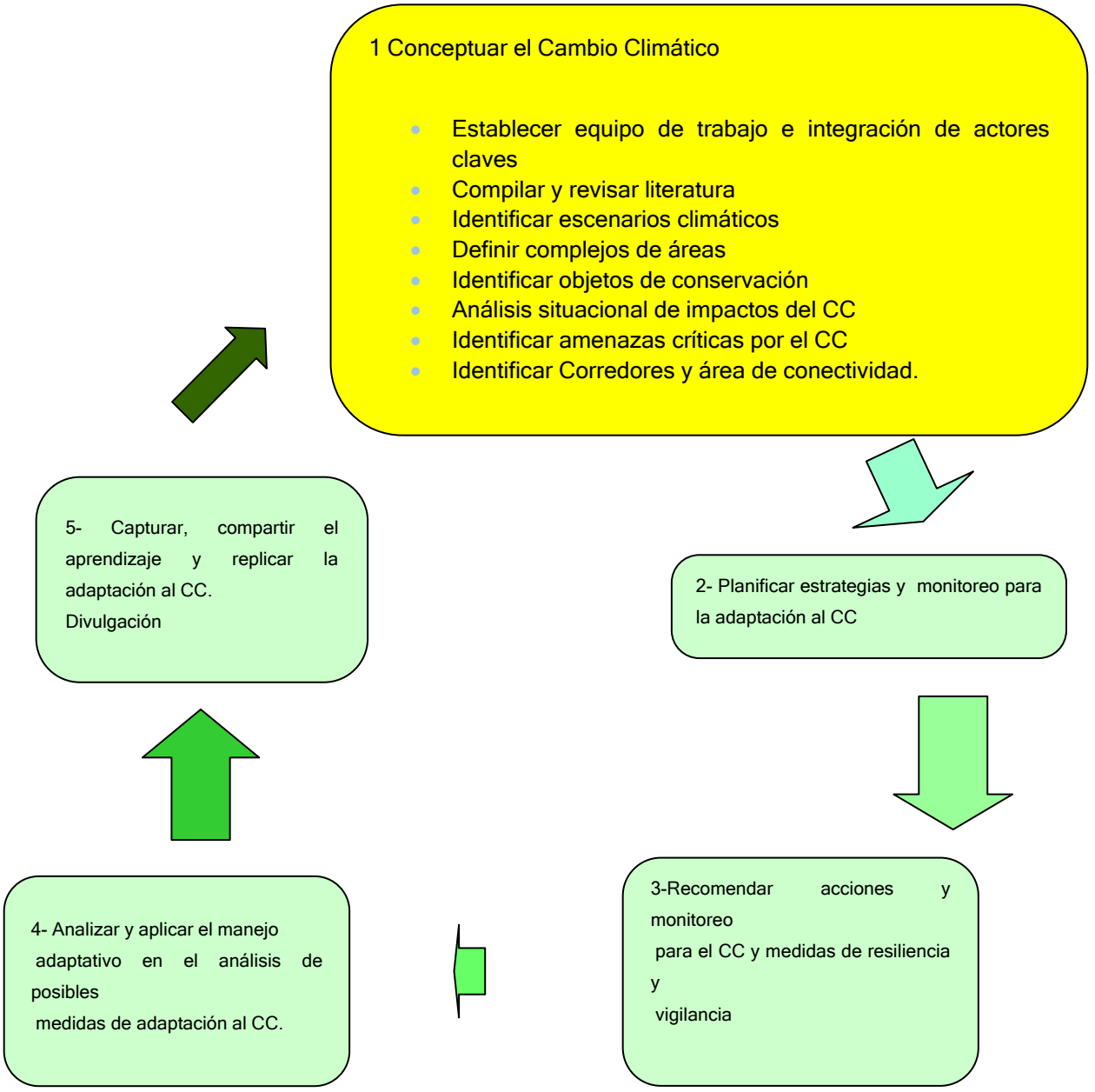


Figura 3

Etapas metodológicas aplicadas en el proyecto, basadas en la propuesta de la CNANP-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (2011).

En este contexto se conformó un equipo multidisciplinarioen el cual están representadas distintas disciplinas a través de la participación de meteorólogos, físicos,oceanógrafos, geólogos, biólogos, ecólogos, químicos, ingenieros hidráulicos y especialistas en SIG. Este equipo interactuó con diferentes actores sociales involucrados en la temática.

Se revisó literatura referente a los diferentes temas asociados al área y se hizo una puesta al día de los antecedentes al respecto, siendo muchos de los trabajos de elaboración propia por los miembros del equipo multidisciplinario.

La identificación de escenarios climáticos se realizó utilizando las series de datos disponibles y aplicando modelos actualizados.

Los objetos de conservación son la base para establecer los objetivos del programa, llevar a cabolas acciones de adaptación y medir la efectividad de las accionesestablecidas en campo. La selección de objetos de conservaciónse planteó en el equipo multidisciplinario y se prevé la validación de los mismos en procesos participativos.Un detalle del análisis de los objetos de conservación relacionados a la ecología del paisaje, se presentan en el ANEXO 1.

Se realizó un análisis de situación de las diversas componentes que incluyó la identificación de:

- Impactos en ecosistemas presumiblemente por factores asociados al cambio climático.
- Actividades económicas y/o recursos naturales potencialmente vulnerables al cambio climático.
- Respuestas humanas adversas (mala adaptación) que podrían presentarse ante el cambio climático.
- Amenazas actuales que pudieran exacerbarse por el cambio climático.

El material de soporte se realizó en un SIG cuya metodología y productos se presentan en el ANEXO 2.

Conceptos fundamentales de adaptación al cambio climático.

El calentamiento global ya está cambiando el mundo a nuestro alrededor, de distintas maneras y en intervalos de tiempo que la Ciencia ha comenzado a investigar. Los

cambios se están haciendo cada vez más evidentes y se exacerban al no disminuir las causas que los producen.

La historia nos muestra que las comunidades pueden responder a las modificaciones abruptas de su entorno y también hace evidente que sus propias actividades pueden ser la causa de su destrucción. El libro “Civilization on trial” delpensador Arnold.Toynbee, publicado en 1948 nos ha mostrado que *“las civilizaciones no son asesinadas, se suicidan”.* Así trasciende de la desaparición de civilizaciones como la Sumeria, instalada entre las planicies aluvionales de los ríos Éufrates y Tigris, en la histórica región de la Mesopotamia, y la Maya, que se desarrolló en los territorios actuales de México y la parte norte de América Central. El uso y abuso de los recursos naturales, en particular del agua, las condujo a su desaparición. Ello se debió a que no llegaron a percibir que, en sus respectivos entornos, existían límites para su desarrollo.

De alguna manera la sociedad humana contemporánea, viciada por las ansias de un confort exagerado, procede con un sobre consumismo rampante, que la aproxima a los límites de su crecimiento. Esta situación fue destacada en el Informe del Club de Roma, en el Proyecto relativo al Predicamento de la Humanidad, en el año 1972, cuyo título premonitorio es “Los límites al Crecimiento".

Por eso las comunidades del sitio Ramsar Bahía Samborombón y sus adyacencias, como toda la comunidad nacional y los 7.100 millones de habitantes que habitan la Tierra, tienen, entre otras obligaciones, la de adecuar su desarrollo frente a los impactos del cambio climático, así como reducir la emisión de los denominados gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento terrestre que, combinado con otros componentes del cambio ambiental global (p.e. deforestación, erosión y salinización de suelos y su uso inapropiado, el uso excesivo del agua fresca, laquema incontrolada de combustibles fósiles, etc.) nos están acercando al agotamiento de los recursos y servicios naturales y humanos.

Evidentemente, la capacidad para adaptarse y mitigar emisiones inapropiadas depende de circunstancias socio-económicas y ambientales y de la disponibilidad de información y tecnología.

El término “adaptación” involucra las iniciativas y medidas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos en contra de los efectos actuales o esperados del cambio climático. Existen varios tipos de adaptación, como:

- Adaptación anticipada y reactiva,
- Privada y pública
- Autónoma y planificada

La adaptación anticipada es la que se lleva a cabo antes que el impacto del cambio climático sea observado. La reactiva es la que provee medidas cuando el impacto está presente.

La adaptación autónoma no está constituida por una respuesta consciente al estímulo climático, sino que es activada por los cambios ecológicos en los sistemas naturales y por los cambios de mercado o de la prosperidad de los sistemas humanos. También es conocida como “adaptación espontánea”.

La adaptación planificada, es el resultado de medidas derivadas de una decisión política,basada en el conocimiento que las condiciones han cambiado o están por cambiar y porque se percibe que es necesario actuar para retornar, mantener o alcanzar un estado deseado, o conveniente, del objeto o sistema.

Los beneficios de la adaptación derivan del costo de los daños evitados o de los beneficios acumulados por la adopción e implementación de medidas de adaptación.

Se consideran de manera similar los beneficios locales y globales de la mitigación, pues, localmente y aun regionalmente, reducen costos relativos a la sanidad ambiental, la salud humana y los efectos regionales de precipitaciones y deposiciones ácidas. En la escala global, reduce los costos crecientes de la adaptación por el aumento continuo del calentamiento por efecto invernadero.

El Informe de Síntesis del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, provee, en su capítulo 4, referencias apropiadas de adaptación y mitigación y sus relaciones con el desarrollo sostenible, en los niveles global y regional (IPCC, 2008).

Presentados los conceptos de adaptación no significa de manera alguna la posibilidad inmediata de adoptar medidas de adaptación. La falta de información básica de los sectores involucrados: ambiental social y económico debe ser resuelta prioritariamente.

Programa de adaptación al cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia

Conceptualización de las características generales del área de estudio

Geología, geomorfología y edafología

En el ámbito de Bahía Samborombón podemos separar dos áreas, donde se observa la antigua línea de costa, geológicamente representada por afloramientos de sedimentitas pleistocenas. Los afloramientos del área de Punta Piedras consisten en sedimentitas del pleistoceno fuertemente cementadas con carbonato de calcio, que en general poseen nombres formacionales distintos. En las zonas más bajas correspondientes a cuerpos lacustres o próximos a ríos, se hallan sedimentos que se adjudican a la Formación Lujan y Formación La Plata, que corresponde a limos y arenas con arenas subordinadas. Poseen intercalaciones de rodados de tosca. Encima de estas unidades se hallan depósitos eólicos correspondientes a limos areno-arcillosos y arenas limosas (Codignotto y Kokot, 2005, Figura4).

La costa está constituida por sedimentos arcillosos correspondientes a depósitos de planicie de mareas y una línea de cheniers, donde se ubica un área de cangrejales. En el área continental, fuera de la línea de ribera actual se hallan cordones litorales e islas de barrera del Holoceno, constituidas por arena, con abundantes moluscos marinos. Entre Punta Rasa y Punta Médanos (ubicada al sur del área de estudio), los afloramientos corresponden a Depósitos de Dunas y a Depósitos de Cordones Litorales del Holoceno, constituidos por arenas finas y medianas con fauna de bivalvos y gastrópodos, en parte cementados con carbonato de calcio. Spalletti *et al.*(1987) estudiaron la sedimentología, en tanto que Codignotto y Aguirre (1993) y Aguirre (1996) describieron la geomorfología, génesis y fauna asociada de estos depósitos. El área fue formada durante la última transgresión holocena (y ha crecido a partir de un cabo existente al sur de Punta Médanos.

Los depósitos de planicies de marea están constituidos por arcilla, limos y arena fina, mientras que en los valles de los río principales se hallan Depósitos aluviales, en general arenosos.

Los Depósitos de cordones litorales correspondientes a espigas de barrera que configuran la actual línea de costa ubicada entre Punta Rasa y sur de Punta Médanos están constituidos de arenas con restos fósiles de moluscos (Codignotto y Aguirre, 1993; Kokot, 1995 y 1997). Además es posible encontrar Depósitos de arenas finas y restos orgánicos de islas de barrera actual (cheniers).

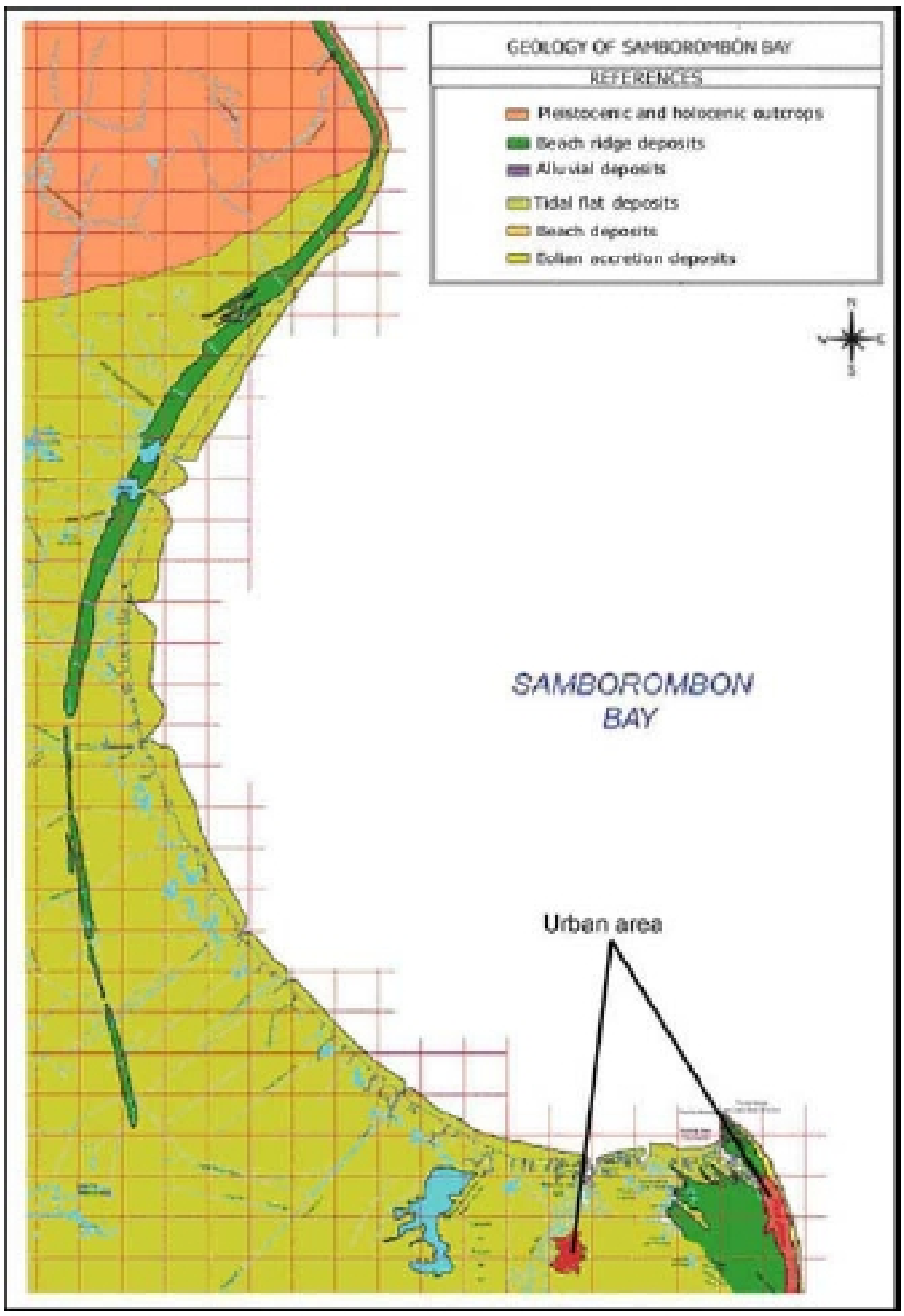


Figura 4

Geología de Bahía Samborombón. Fuente: Codignotto y Kokot (2005).

Se describen a continuación las distintas unidades geomorfológicas que componen esta Bahía (Codignotto y Kokot, 2005; Figura5).

El área norte corresponde a una zona más alta, donde el paisaje fue originado por acción fluvial y constituye un área de llanura surcada por algunos ríos que drenan, en parte hacia la Bahía Samborombón y otros hacia el área costera ubicada al norte de Punta Piedras. Este relieve está separado del ámbito de la Bahía Samborombón por un

acantilado de escaso desarrollo, de una zona constituida por planicies de marea, que se clasifican en:

- *Planicie de mareas ascendida*: No sujeta a la acción marina actual, fue originada durante la transgresión marina del Holoceno, con una edad de unos 6000 años AP (Codignotto y Aguirre, 1993). Sobre esta superficie se identifica un drenaje de dendrítico, debido a la escasa pendiente del área.

- *Planicie de mareas extraordinaria*: Área que se inunda en ocasión de mareas extraordinarias y/o mareas meteorológicas. Cuando hay cambios del nivel del mar por la acción de tempestades, se provoca la inmersión de una faja de unos 2 Km de ancho, que en general es más alta que el nivel de pleamar. De esta manera se desarrolla un ambiente sublitoral constituido por un cangrejal alto (Tricart, 1973) donde se encuentran una serie de lagunas que se inundan durante estos ascensos episódicos por tormentas. Estas lagunas, en general no están conectadas por los canales de marea y el agua baja de nivel lentamente por evaporación. En esta zona litoral las olas son poco eficaces debido a la acción de freno producida por el contacto con los fondos poco inclinados. No obstante, a lo largo del litoral se nota cierto efecto de erosión que aporta material fino en suspensión.

- *Planicie de mareas semidiurna*: Corresponde a la faja costera que se expone durante el ciclo de mareas semidiurno. Se trata de una superficie levemente inclinada hacia el mar y surcada por canales de marea que alcanzan gran desarrollo entre General Lavalle y San Clemente del Tuyú. Próxima a esta última localidad, su orientación está controlada por la presencia de cordones litorales.

- Cheniers: Zona de morfología cordoniforme de escaso relieve ubicada en la zona central de Bahía Samborombón.

- Cordones Litorales: Presentes en el centro norte de la Bahía Samborombón y en la zona sur conformando Punta Rasa y una espiga que se extiende entre Punta Médanos y Punta Rasa. Codignotto y Aguirre (1993) explican la génesis del área mientras que Kokot (1997) estudia los depósitos de cordones litorales y explica la dinámica litoral actuante.

- Dunas: Corresponde a la zona de médanos costeros ubicados en la costa oriental del área Punta Médanos - Punta Rasa.

- Planicies Aluviales: Las más importantes son las correspondientes a los ríos Salado y Samborombón ubicados en la zona norte de la Bahía Samborombón. También puede definirse esta geoforma en desembocaduras de algunos arroyos menores próximos a la zona de General Lavalle.

- Cuenca del Río Salado: Debido a la gran cuenca de drenaje que posee el río Salado, se considera importante incluir su descripción. Está ubicada al norte de la provincia de Buenos Aires y se extiende desde la provincia de Santa Fe. Tiene forma general de Y con su pie sobre la costa en la Bahía Samborombón y un ramal izquierdo que se interna hacia el centro de la provincia hasta la localidad de Saladillo, donde recibe la influencia de los arroyos Las Flores y Vallimanca (Makowiecki, 1995).

El Río Salado desemboca en el Río de la Plata por la Bahía Samborombón, luego de trasponer aproximadamente 650 Km desde sus nacientes ubicadas al sudeste de la provincia de Santa Fe a una altitud de 100 metros sobre el nivel del mar (CFI, 1962).

El sistema del Río Salado incluye al río Samborombón y los arroyos Vallimanca y Las Flores, donde la pendiente es de 0,1 - 0,3 m/Km y el área de 94.000 km^2. Estos ríos atraviesan zonas de condiciones hidrogeológicas similares y se interrumpen por la presencia de cuerpos lagunares. El tramo superior está constituido por una sucesión de lagunas y bañados. Tiene sus nacientes en las lagunas La Salamanca, del Indio y Pantanosa, en la provincia de Santa Fe. En la provincia de Buenos Aires toma una orientación hacia el sudeste y recibe el aporte de arroyos que se originan en lagunas cercanas. En el partido de Junín el cauce directamente está formado por lagunas: Mar Chiquita, Gómez, Carpincho y de Los Patos. En los partidos de Chacabuco y Bragado el cauce pasa por la laguna de Rocha. En Bragado recibe el aporte del desagüe de las lagunas del Mataco y de otras sin nombre.

El río Samborombón recibe tributarios por ambas márgenes, mientras que el Salado recibe la mayoría por su margen izquierda. El sentido regional del escurrimiento es de oeste a este. Este esquema ha sido modificado por otras áreas de aporte a causa de la intervención antrópica.El diseño de canales de desagüe, programados para reducir los daños de inundación en la pampa bonaerense, carece de la eficiencia necesaria debido a la escasa pendiente y la naturaleza de los suelos. Además, la falta de un mantenimiento apropiado, los transforma en causales de encharcamientos que exacerban las condiciones de inundación, particularmente en condiciones de precipitaciones intensas. Se suma a esta opinión, los dichos deFlorentino Ameghino (1884), sobre la necesidad de no “arrojar” agua dulce al mar. Como se describe en la sección sobre las condiciones meteorológicas de la zona de estudio, la importante tasa de evaporación, que se ha registrado en la elaboración de los Lineamientos Generales y Regionales para un Plan de Ordenamiento Hídrico del Territorio Bonaerense (1987), muestran tasas elevadas de evaporación que dan mayor importancia a lo expresado por Ameghino, en su trabajo sobre las secas y las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires.

En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en la zona de las LagunasEncadenadas, desarrolladas en la depresión de Carhué, existe un canal aliviador que drena la cuenca de (15.600 km^2) y la conecta a las cabeceras del arroyo Vallimanca. En el noroeste de la provincia (ámbito de la Pampa Arenosa), una serie de canalizaciones llevan los excesos hídricos que llegan del río Quinto (provincia de Córdoba) hacia el complejo lagunar Hinojo - Las Tunas y de allí al río Salado absorbiendo así los excedentes de un área de 66800 km. La recarga es autóctona directa a expensas del agua de las precipitaciones. El tramo superior se extiende desde sus nacientes en la laguna Chañar (80 ms.n.m.) hasta la laguna Las Flores Chica (18 ms.n.m.) con un recorrido de 386 km y una pendiente media de 0,16 m/km. Recibe en este tramo los aportes del sector noroeste y hasta la laguna La Tigra se desarrolla el tramo medio con un recorrido de 206 km y una pendiente de 0,095 m/km. En este tramo recibe los aportes del arroyo Vallimanca y de las Encadenadas del Este. El tramo inferior se extiende desde la laguna La Tigra hasta la Bahía Samborombón con 98 km de recorrido y una pendiente de 0,013 m/km.

Debido a la escasa pendiente de la región, el Estado Nacional a través del Ministerio de Infraestructura y por intermedio del Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado ha construido canales que transportan el agua hacia la Bahía Samborombón. Según este Plan los canales 9, 11 y 12 permitirían el alivio de la Cuenca Baja del Río Salado. Los canales 1, 2, 3, 5, 6, 7, y 8 mejorarían los desagües de los arroyos que bajan de la vertiente NE de las Sierras Septentrionales. Los arroyos A, 10 y 18 drenarían áreas bajas adyacentes mientras que el canal 15 actuaría como aliviador del Río Salado.

Los canales, debidamente mantenidos, funcionarían juntando los aportes de las cuencas altas conduciéndolos hacia su descarga por una zona de terraplenes, evitando el desborde sobre campos de la cuenca baja. Sin embargo esta medida de infraestructura no siempre es adecuada ya que el agua alcanza velocidades que impiden que el humedal retenga parte del agua que vehiculizan los canales.

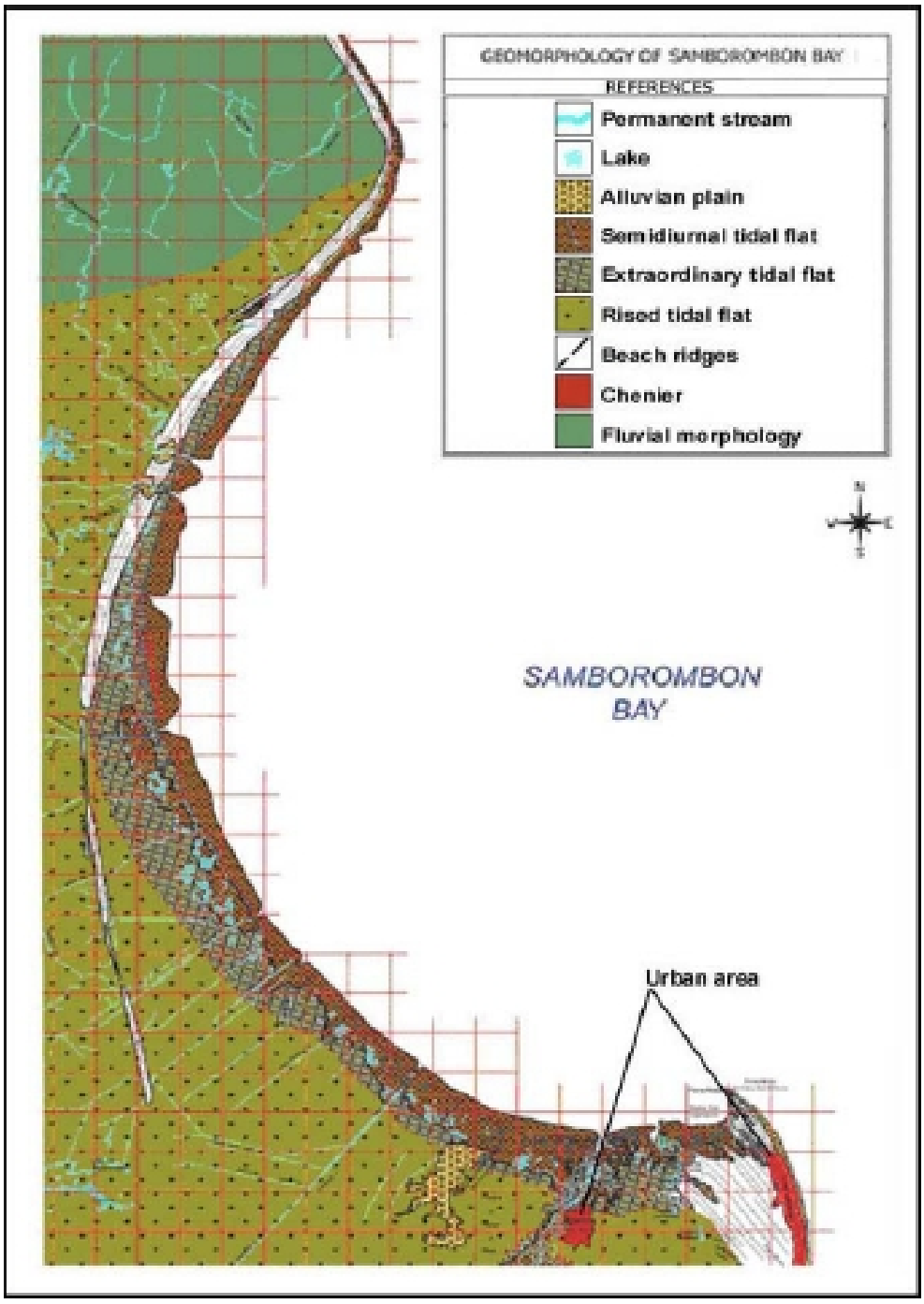


Figura 5
Geomorfología de la Bahía Samborombón. Fuente: Codignotto y Kokot (2005).

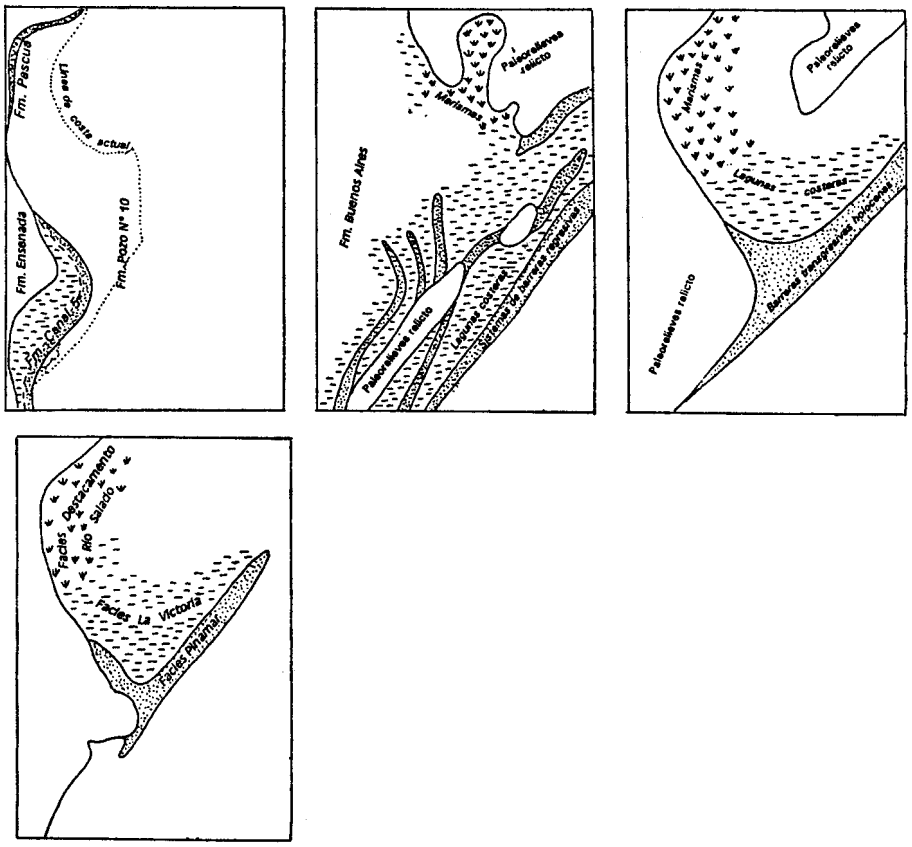
Evolución geomorfológica

Durante los últimos 7.000 años, se produjeron ascensos y descensos relativos del nivel del mar en el área del estuario del Río de la Plata, que fueron acompañados por fenómenos de erosión y acumulación. A ello debe agregarse el fenómeno del avance del frente del Delta del Paraná. Estos factores determinaron la configuración de la línea de

costa, los que sumados al desarrollo de las actividades humanas durante los últimos 100 años, resultan en las modificaciones presentes. Desde el año 1907 el sector costero bonaerense (comprendido entre la Ciudad de Buenos Aires y Tigre) aumentó su superficie por acción antrópica en aproximadamente 10 Km^2 Esta relación entre contorno costero, dinámica litoral y acción antrópica, es causa de una evolución continua del paisaje.

El evento transgresivo, como consecuencia del aumento del nivel del mar, ocurrido entre los 6.000 y 7.000 años AP, se tradujo en un progresivo retroceso de la línea de costa. Transformó en amplios estuarios las desembocaduras de los ríos y arroyos.

Los eventos transgresivos y regresivos en la Bahía Samborombón han quedado registrados enla evolución costera. La línea de costa se ha modificado producto de las regresiones y transgresiones marinas de los períodos glaciales e interglaciales que depositaron en la línea costera sedimentos marinos formando los cordones de conchillas. Estos cordones se ubican paralelos a la costa formando una franja de 10 a 20 km de ancho (Violante *et al.,* 2001) (Figura 6).



125.000 años 30.000 años 8.000 años 7.000 años

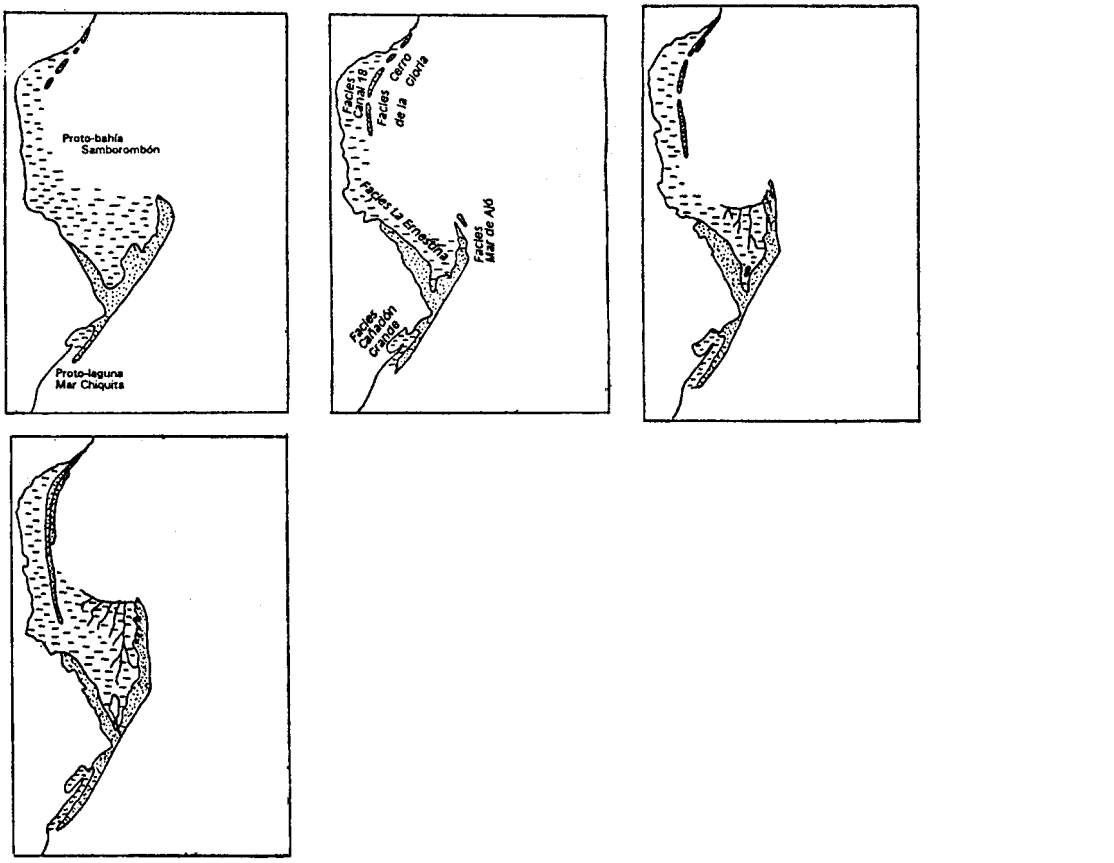


Figura 6
Evolución de la línea costera de la Bahía Samborombón basado en el esquema de Violante *et al.* (2001).

Oceanografía costera del área

Zona costera

La Bahía Samborombón, ubicada entre Punta Piedras y Punta Rasa en el Río de la Plata Exterior (Figura7), es somera y está caracterizada por un lecho blando (limo arcilloso y algunas arenas finas) y por aguas de color pardo cargadas de sedimento fino en suspensión. La pendiente del fondo es muy suave, con gradientes aproximados inferiores al 1/100.

Las profundidades en la franja costera, referidas al plano de reducción (nivel de las bajamares más bajas) son inferiores a 5 m (Figura8).

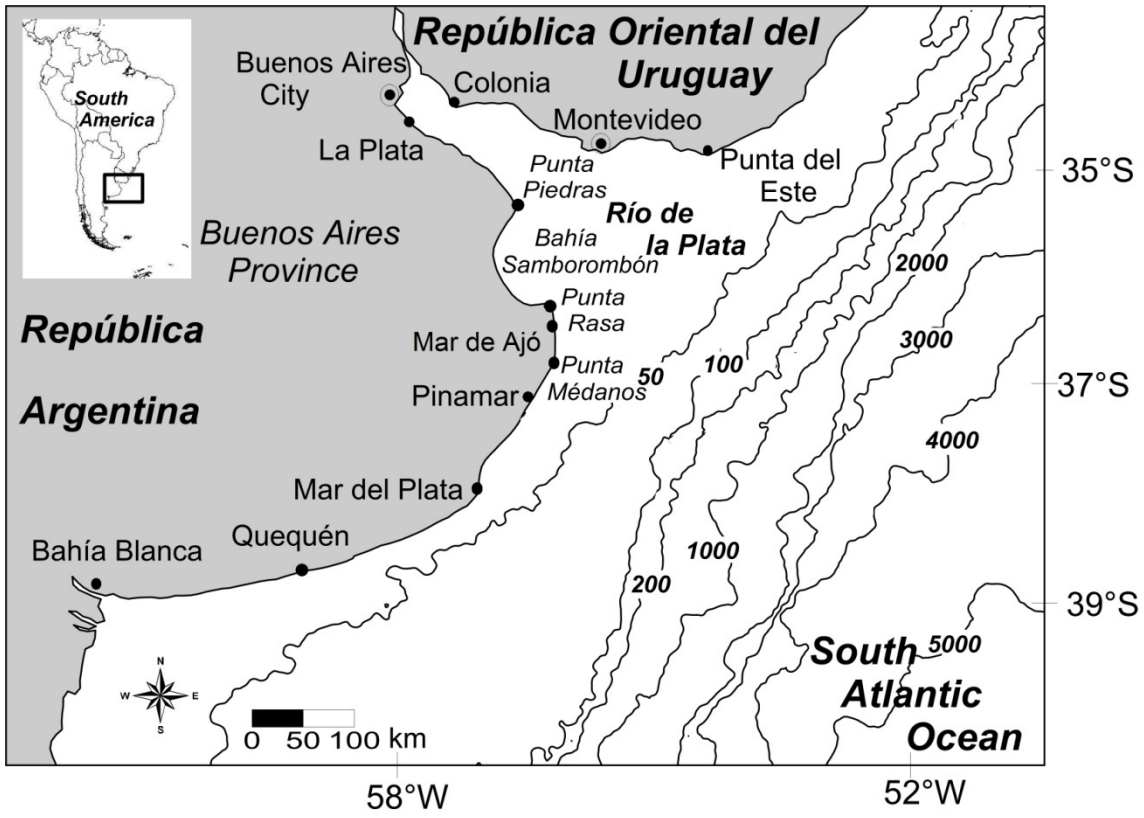


Figura 7
Río de la Plata y plataforma continental bonaerense y uruguaya. Isobatas en metros (Fuente: Dragani y Romero, 2004).

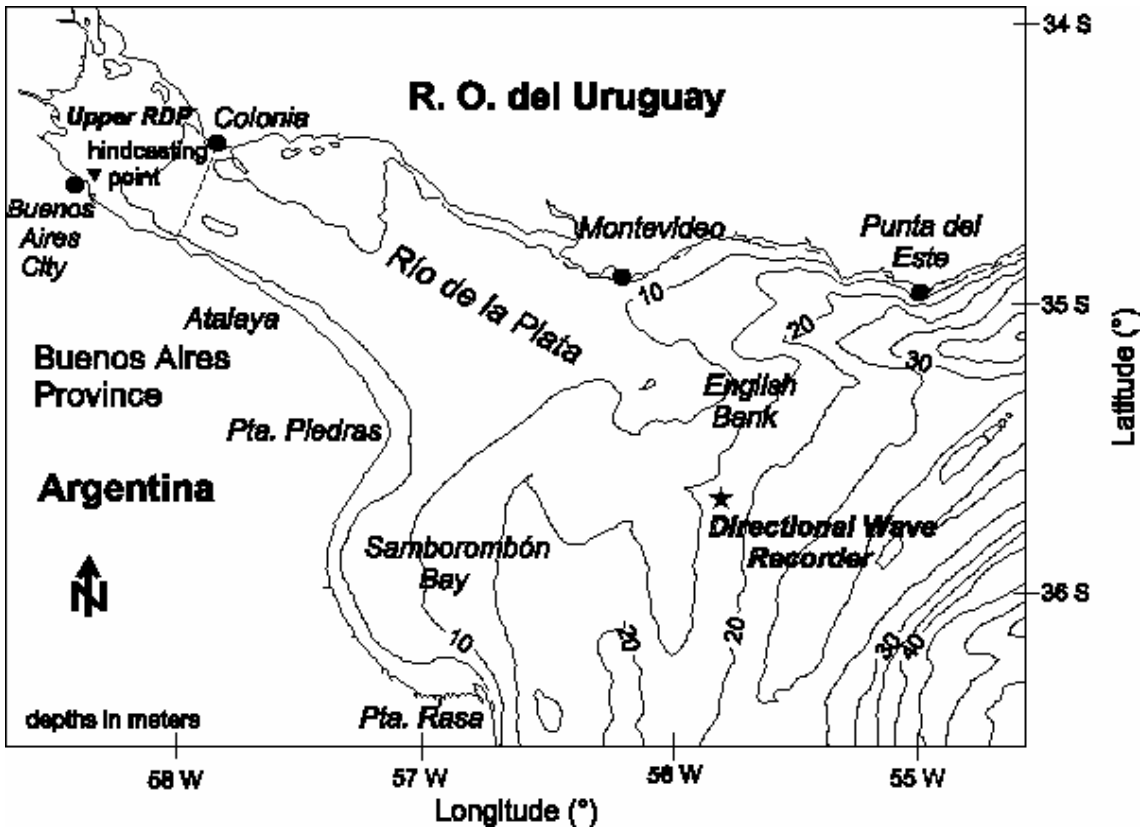


Figura 8
Río de la Plata y plataforma continental adyacente. Isobatas en metros. (Fuente: Dragani y Romero, 2004)

En lo que respecta a la topografía del lecho de la zona costera de la Bahía cabe destacar que la misma está escasamente muestreada debido a la suave pendiente del fondo y a la escasa profundidad que, consecuentemente, resulta en una alta probabilidad de que los buques queden varados durante las tareas de campo. No se dispone a la fecha de una batimetría de detalle para el área costera de la bahía. La costa de la bahía está caracterizada por una escarpa (o pequeño acantilado) menor a 1 m de altura, constituido por sedimentos blandos y fácilmente erosionables.

A diferencia de la Bahía Samborombón, las playas atlánticas del nordeste bonaerense están constituidas por arena cuarcífera mediana, tienen un ancho que va desde algunas decenas hasta más de una centenade metros. La playa subaérea, en su estado natural, se extiende hasta las dunas o médanos costeros, vegetados en grado variable, el cual está en constante equilibrio con las tensiones del viento, los efectos de las crecientes (ondade tormenta) y el embate de las olas. Aunque tampoco se dispone de batimetría de detalle para esta zona costera, la experiencia indica que la pendiente del fondo es muy suave. A varios kilómetros de la costa (5-10 km) la profundidad es del orden de 10 m y el lecho está constituido principalmente por materiales finos.

Nivel del mar

El nivel instantáneo del mar puede considerarse como la suma de diferentes perturbaciones a saber: la marea astronómica, las ondas de tormenta y el nivel medio del mar. Aunque los fenómenos físicos que las producen son diferentes, se verifica que el nivel instantáneo del mar está dado por la suma de todos estos efectos individuales.

i)- Marea Astronómica:

La marea astronómica se define como la oscilación periódica del nivel del mar que resulta de la atracción gravitacional de la Luna y el Sol que actúa sobre la Tierra en rotación. Este movimiento vertical es acompañado por uno horizontal denominado “corriente de marea”, provocado por las mismas causas. En la región de estudio el régimen de la marea astronómica, según la clasificación de Courtier, es mixto preponderantemente semidiurno, no exhibiendo una variabilidad espacial en amplitud muy pronunciada. Se observan generalmente dos pleamares y dos bajamares diarias, con una relativamente marcada desigualdad diurna (diferencia de alturas entre dos pleamares consecutivas).

Además del régimen de marea se utilizan otros parámetros estadísticos para caracterizar a la marea astronómica. Entre ellos se pueden citar a la bajamar astronómica más baja (*en inglés, Lowest Astronomical Tide, LAT*), la pleamar astronómica más alta (*en inglés, Highest Astronomical Tide, HAT*) y la amplitud astronómica extrema (*en inglés, Highest Range Astronomical Tide, HRAT*). La Organización Hidrográfica Internacional (OHI) recomienda realizar el cálculo de estos parámetros a partir de una predicción de marea

de 19 años calculada utilizando las constantes armónicas provenientes del procesamiento de una serie de observaciones de por lo menos un año de duración.

La OHI sugiere utilizar el LAT como cero de las cartas náuticas (nivel de reducción de sondajes) y resuelve que el HAT es el Datum para espacios verticales, aunque también puede ser considerado como la cota más baja aceptada para la línea de costa o ribera. Finalmente el HRAT, que resulta de determinar la mayor diferencia entre una pleamar y la bajamar consecutiva durante un período de predicción de 19 años, se utiliza al igual que el LAT y el HAT en la temática del medio ambiente costero. En la Tabla 1 se presentan los valores del HAT y HRAT para cinco localidades de la zona de estudio. Estos valores están referidos a ceros de medición de marea.

Sitio	Lat. (S)	Long. (W)	HAT (cm)	HRAT (cm)
Punta Piedras	35° 26'	57° 07'	162	134
B. Samborombón	35° 53'	57° 04'	177	148
San Clemente	36° 21'	56° 43'	187	161
Santa Teresita	36° 32'	56° 40'	194	170
Mar de Ajó	36° 44'	56° 40'	186	153

Tabla 1
Valores de HAT y HRAT.

Puede observarse en la Tabla 1, que en general, los valores de HRAT son bastante homogéneos en la región. En San Clemente del Tuyú y Santa Teresita, se observa una levemente mayor amplitud de marea que la registrada en Mar de Ajó. La onda de marea barre la plataforma continental bonaerense de Sur a Norte produciéndose primeramente la pleamar en Punta Médanos, luego en Mar de Ajó, Santa Teresita y San Clemente del Tuyú para finalmente ingresar al Río de la Plata y remontarlo hasta el Delta.

ii)-Ondas de Tormenta:

El origen de la Onda de Tormenta (ODT) es el efecto del arrastre del viento sobre la superficie del agua y su consecuente apilamiento sobre la costa. Estas ondas modifican a la marea astronómica y, juntamente al efecto de las olas, ocasionan grandes daños costeros y erosión. El efecto de ODT conjuntamente al de las olas modifican el perfil de playa y dan origen a inundaciones (ODT positivas). Por otro lado, las bajantes pronunciadas están relacionadas a la ocurrencia de ODT negativas. La duración de las ODT puede variar desde algunas horas hasta dos o tres días, ocurriendo las más importantes en regiones relativamente poco profundas, cuando el viento sopla durante varios días y sobre superficies de mar extensas (Pugh, 1987).

Para el estudio estadístico de ODT en la región es conveniente utilizar observaciones del nivel del mar en Mar del Plata, ya que es una localidad cercana a la zona de estudio y cuenta con los registros más extensos y confiables. Los resultados obtenidos a partir de esos registros pueden considerarse representativos del área de interés, corresponden a registros de alturas horarias del período 1956 – 2005 y fueron procesados por el Grupo de Mareas del Depto. Oceanografía del SHN. La ODT se obtuvo como residuo entre las alturas de marea observada y las correspondientes alturas de marea astronómica o predicha. La marea astronómica se obtuvo con observaciones correspondientes al período de mediciones 1962 – 1980.

De todo el conjunto de ODT positivas analizadas la mayor ODT fue de 192 cm (5/12/1999 02:00), siendo el mayor nivel del mar de este evento de 283 cm. Con respecto a las ODT negativas, el menor valor alcanzado fue de -135 cm (19/08/1959 08:00). Considerando algunos criterios de selección adecuados en el período estudiado se detectaron 1392 eventos de ODT positivas y 527 negativas.

Para ilustrar el efecto de la ODT positiva y negativa sobre la marea astronómica se presenta la Figura 9. En la misma puede apreciarse a la marea astronómica (línea punteada) y a la ODT (línea sólida) registrada en Torre Oyarvide, emplazada en el Río de la Plata Medio entre Punta Piedras y La Plata. Durante las primeras horas de registro (hasta las 02/02/2000 15:00 GMT) se puede observar un nivel instantáneo por debajo de la marea predicha (ODT negativa). A partir de este instante se aprecia un gradual y sostenido incremento de nivel del agua causado por el repentino cambio de dirección del viento, el cual pasó de soplar predominantemente desde el N a estar sostenido desde el S (Figura 10) produciendo la ODT positiva.

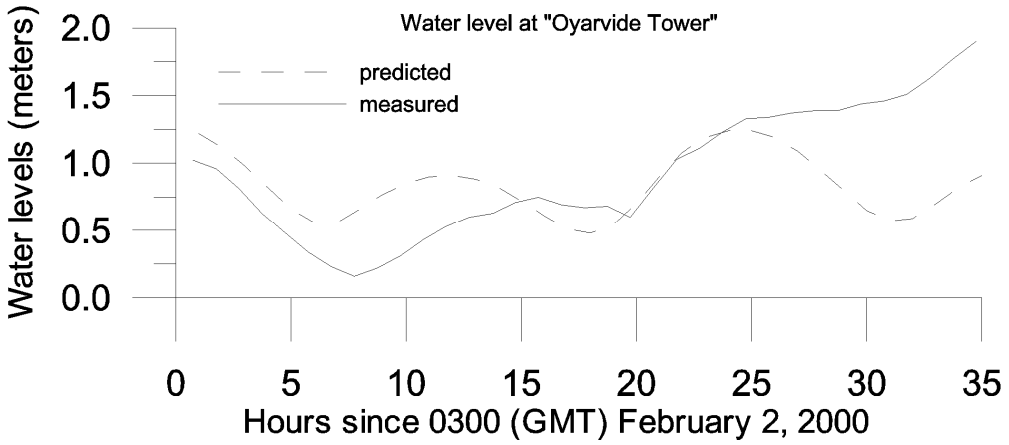


Figura 9
Niveles del río registrados en Torre Oyarvide (línea sólida) y marea predicha (línea punteada) en m. Fuente: Dragani *et al.* (2002).

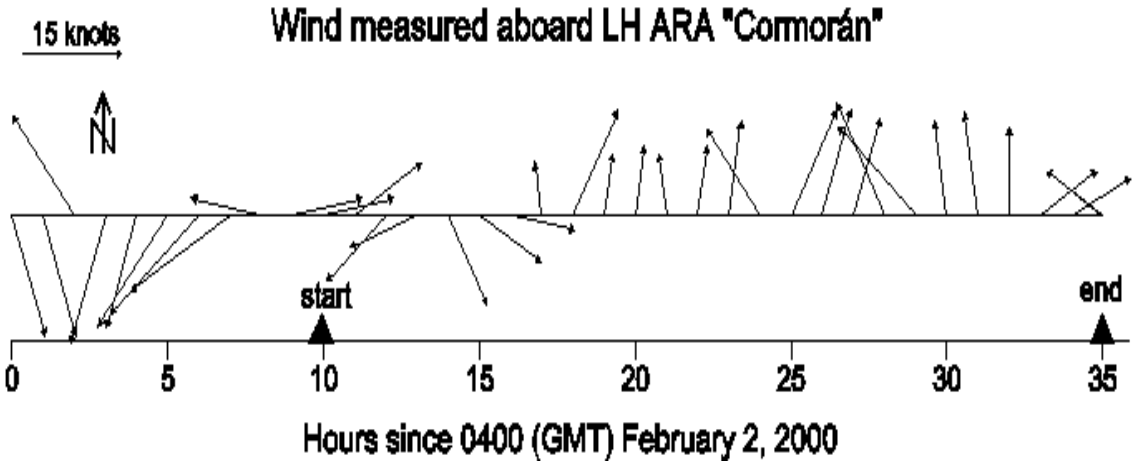


Figura 10
Viento en el Río de la Plata Medio registrado por Lancha Hidrográfica Cormorán. Fuente: Dragani *et al. (*2002).

En la región de estudio los mayores niveles del mar son originados fundamentalmente por la combinación de grandes mareas astronómicas con ODT. En la Tabla 2 se presentan valores extremos de marea observada correspondientes a grandes crecientes y bajantes para tres sitios ubicados en la zona de estudio.

Sitio	Pleamar más alta (cm)/fecha	Bajamar más baja (cm)/fecha
San Clemente	373 (03/1978)	-80 (06/1990)
Santa Teresita	302 (03/2006)	-49 (09/2006)
Mar de Ajó	270 (02/1979)	-59 (04/1980)

Tabla 2
Pleamares y Bajamares extremas referidas a los ceros de medición.

En la zona costera nor-bonaerense y en el Río de la Plata Exterior los eventos de ODT positivos son llamados comúnmente “sudestadas”. Sin embargo, estrictamente, este término denota una condición muy particular o específica de la troposfera, en la cual la presencia de un sistema de baja presión es dominante en la plataforma continental bonaerense-uruguaya. Las ODT, por lo tanto, pueden ocurrir durante sudestadas pero también durante otros eventos como, por ejemplo, irrupciones de aire frío (Dragani *et al.,* 2013) caracterizadas por viento muy intenso proveniente del sur.

iii)-Nivel medio del mar:

Otra variable ambiental a considerar es el nivel medio del mar (NMM) que se define como el promedio de las alturas registradas en una estación mareográfica. Un concepto que es importante señalar es que el nivel medio del mar es una buena primera aproximación al geoide. En la Tabla 3 se presentan los niveles medios correspondientes a cada localidad

ubicada en la zona de estudio. Las cotas del nivel medio del mar en cada localidad están referidas al LAT (o nivel de reducción).

Sitio	Lat. (S)	Long. (W)	Nivel Medio (cm)
Punta Piedras	35° 26’	57° 07’	85
B. Samborombón	35° 53’	57° 04’	85
San Clemente	36° 21’	56° 43’	91
Santa Teresita	36° 32’	56° 40’	91
Mar de Ajó	36° 44’	56° 40’	91

Tabla 3
Niveles medios (cm) referidos al nivel de reducción para cada localidad estudiada.

Olas:

En la región costera bonaerense, en lo que respecta a mediciones directas de olas no se dispone de una satisfactoria cobertura. Las escasas observaciones directas de olas han sido utilizadas para validar modelos regionales (Dragani *et al.,* 2010) de los cuales se puede obtener información cuantitativa para toda la plataforma bonaerense y el Río de la Plata Exterior. Sobre la base de ese estudio numérico, en términos generales, se observa que las alturas de olas disminuyen hacia la costa.

En la zona de la bahía Samborombón las alturas significativas (Hs: promedio del tercio de las alturas más altas del registro) medias de olas son del orden de 0.50 m y en la zona costera del Partido de la Costa (entre Punta Rasa y Punta Médanos) las alturas medias van entre 0.70 y 0.90 m. Aguas afuera (off-shore) las alturas medias aumentan gradualmente alcanzando en la región del talud continental valores comprendidos entre 1.50 y 2.00 m (Figura 11).

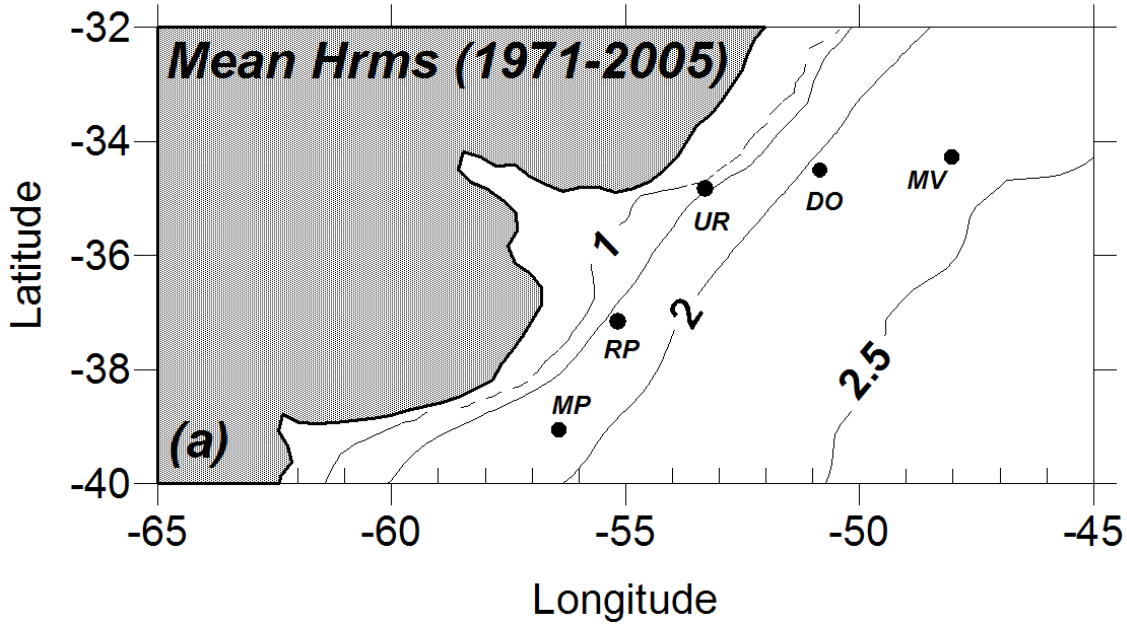


Figura 11

Campo de altura de ola significativa media (período: 1971-2005). Contornos en m. Hrms: Altura de ola raíz cuadrática media de Hs. Fuente: Dragani *et al.* (2010).

En la boca del Río de la Plata, entre Punta del Este y Punta Rasa, se dispone de la única serie de mediciones de parámetros de olas en la región. La misma fue obtenida con un olígrafo del tipo "acelerómetro" administrado por Hidrovía SA (Jan de Nul) desde mediados de la década del 90' hasta el 2009. Del procesamiento de dicha información resulta que los eventos más energéticos provienen del cuadrante comprendido entre el E y el S debido fundamentalmente a la mayor envergadura que tienen las olas provenientes de esas direcciones.

El oleaje en la boca del río proveniente de los otros tres cuadrantes es relativamente bajo y de corto período. En cambio, las olas que provienen del E, ESE, SE, SSE y S son las que impactan con mayor energía sobre la costa de la bahía y Partido de la Costa. A modo ilustrativo se presenta un diagrama bidimensional de alturas y períodos (Figura 12) de olas provenientes del SE medidas en la boca del Río de la Plata.

Como puede apreciarse de la Figura12 las olas más frecuentes tienen alturas comprendidas entre 0.5 y 1 m y períodos de aproximadamente 10 s. Por otro lado, el oleaje más severo es muy poco frecuente. Para apreciar el oleaje durante condiciones severas resulta más conveniente elaborar un histograma convencional de altura y estudiar los percentiles superiores. En la Figura 13 se muestra el histograma de alturas de olas, para todas las direcciones de propagación, para las observaciones obtenidas por el olígrafo observándose que el oleaje más probable tiene alturas comprendidas entre 0.5 y 1 m (consistente con la Figura 12) y que el oleaje severo es mucho menos probable, con alturas superiores a 3 m.

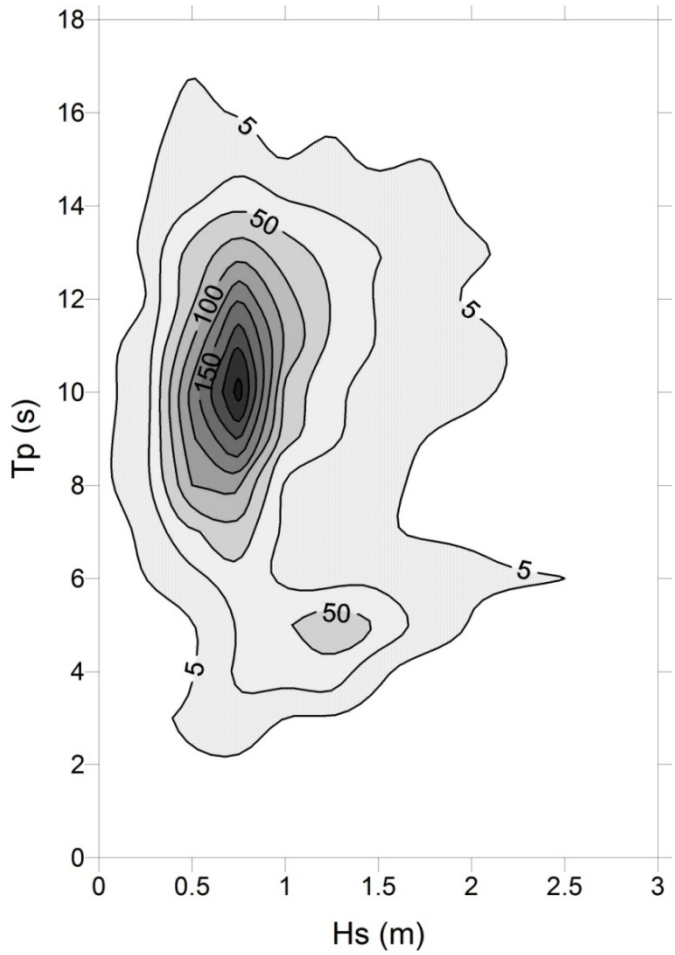


Figura 12
Diagrama bidimensional de alturas significativas (abscisas, en m) y períodos de pico espectral (ordenadas, en s) para observaciones de olas obtenidas en la boca del Río de la Plata. Los contornos corresponden a cantidad de observaciones. Fuente: Codignotto *et al.* (2012).

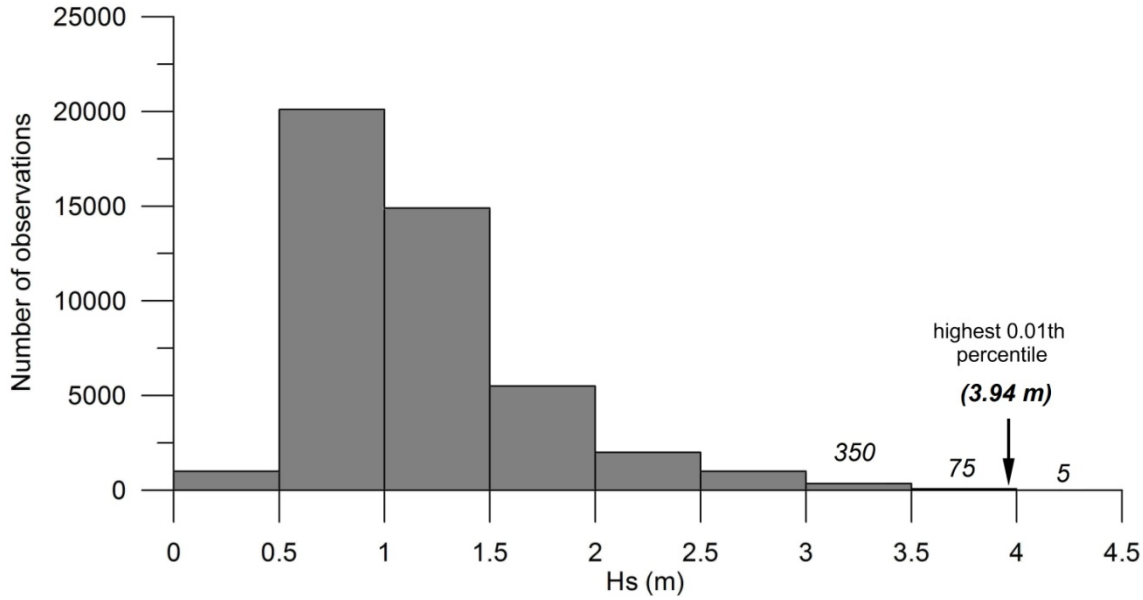


Figura 13
Histograma de alturas de olas observadas en la boca del Río de la Plata. En las últimas tres barras se indica el número de observaciones. La flecha indica el límite inferior del percentil 0.01. Fuente: Dragani et al. (2013).

Dragani *et al.* (2013) estudiaron las condiciones atmosféricas asociadas al oleaje severo en el Río de la Plata concluyéndose que el oleaje intenso está asociado a la presencia de ciclones extra tropicales en las adyacencias del río y también a las irrupciones de aire frío en la región. En la Figura 14 se presenta la situación sinóptica correspondiente al evento de oleaje más intenso observado en el Río de la Plata. En esta figura, correspondiente al 24 de agosto de 2005, se aprecia la presencia de un profundo ciclón en el área marítima de influencia con intensos gradientes báricos, sosteniendo la presencia de fuertes vientos los cuales incidieron sobre el estuario.

En la Figura 14 se presenta el registro de olas y viento correspondiente a la situación de agosto del 2005. Pueden observarse en ella alturas significativas que alcanzan valores de casi 5 m. Debe tenerse en cuenta que la altura de olas significativa resulta del promedio del tercio más alto del registro. En este contexto pueden esperarse alturas de ola instantáneas que podrían alcanzar los 10 m de altura. Por los destrozos ocurridos en la costa uruguaya y en el "Pontón Recalada" durante esta tormenta el último valor mencionado parecería tener asidero. Con respecto a las direcciones del oleaje, durante el pico del evento, estas se propagaban desde el Sur.

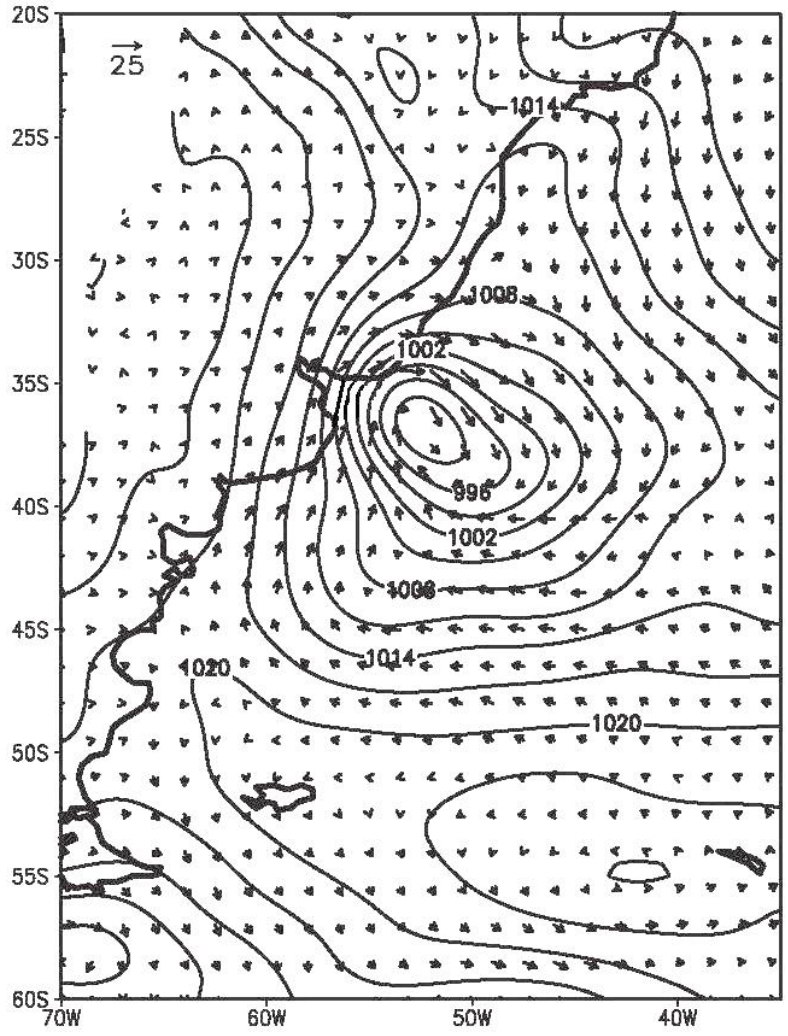


Figura 14
Situación sinóptica correspondiente al evento de oleaje más severo registrado en el Río de la Plata Exterior. Fuente: Dragani *et al.* (2013).

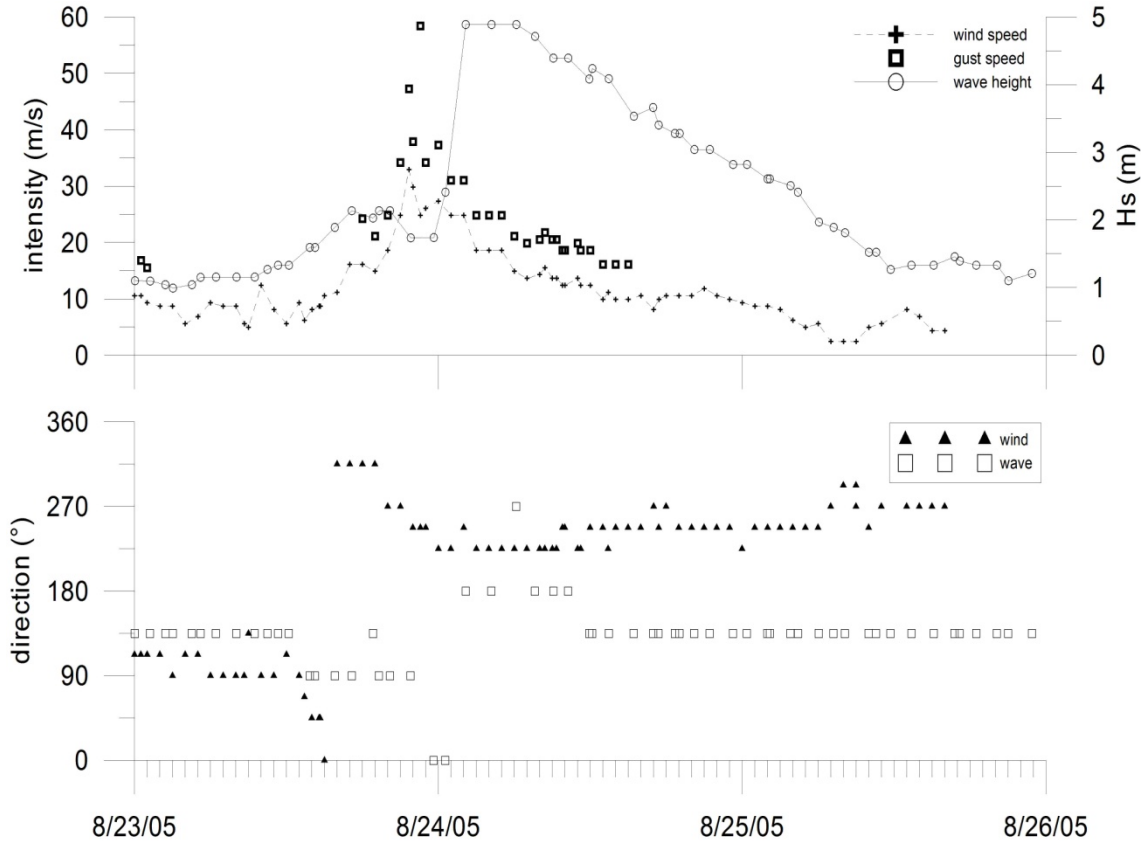


Figura 15
Intensidad del viento observada en Carrasco (Montevideo) y altura significativa de ola registrada en la boca del estuario (panel superior). Dirección del viento y de las olas (panel inferior). Fuente: Dragani *et al.*(2013).

En la localidad de Pinamar, ubicada en un área próxima hacia el de la zona de interés, el Servicio de Hidrografía Naval dispone de un observador de olas permanente (desde 1979 hasta la actualidad) el cual colecta dos conjuntos de observaciones costeras diarias. Sobre la base de todo ese volumen de información se obtuvo que la altura y período medios correspondientes a dicha localidad son de 0.87 m y 9.2 s, respectivamente. Dichos valores podrían ser utilizados como referencia para el Partido de la Costa, aunque la experiencia indicaría que las alturas en esta última región podrían ser un poco más bajas.

Meteotsunamis:

Existe evidencia que reporta la presencia esporádica o transitoria de perturbaciones del nivel del mar en la costa atlántica bonaerense, entre Mar de Ajó y Quequén. Dichas perturbaciones aparecen como oscilaciones superpuestas a la marea con períodos comprendidos entre 15-20 min y 2 h conocidas regionalmente como “ondas de largo período” o “meteotsunamis”. Las mismas tienen alturas que normalmente están comprendidas entre 0.1 y 0.5 m pudiendo, muy eventualmente, superar la altura de 1 m. Aunque la estructura espectral de estas ondas es muy similar a la de los tsunamis, se ha comprobado fehacientemente que estas ondas tienen un origen netamente

meteorológico. Ellas están asociadas a pasajes de frentes fríos por la plataforma continental bonaerense y a la presencia de ondas de gravedad en la atmósfera (Dragani *et al.*, 2002; Dragani, 2006).

Los espectros de energía de registros analógicos de presión atmosférica obtenidos con microbarógrafos, en Faro Punta Médanos y Faro El Rincón, muestran intensos picos de energía distribuidos entre 40 minutos y 2 horas, aproximadamente. Por un lado, los niveles de coherencia estimados entre ambas estaciones indican que las ondas de gravedad se manifiestan regionalmente. Las condiciones favorables para la actividad de ondas de gravedad en la atmósfera están dadas por la presencia de frentes en superficie y por la corriente en chorro en altura y, por el otro, que el área de manifestación está dada, aproximadamente, entre el frente y la corriente en chorro. En la Figura 16 se muestra un típico evento de ondas de gravedad atmosféricas registradas enel Faro Punta Médanos.

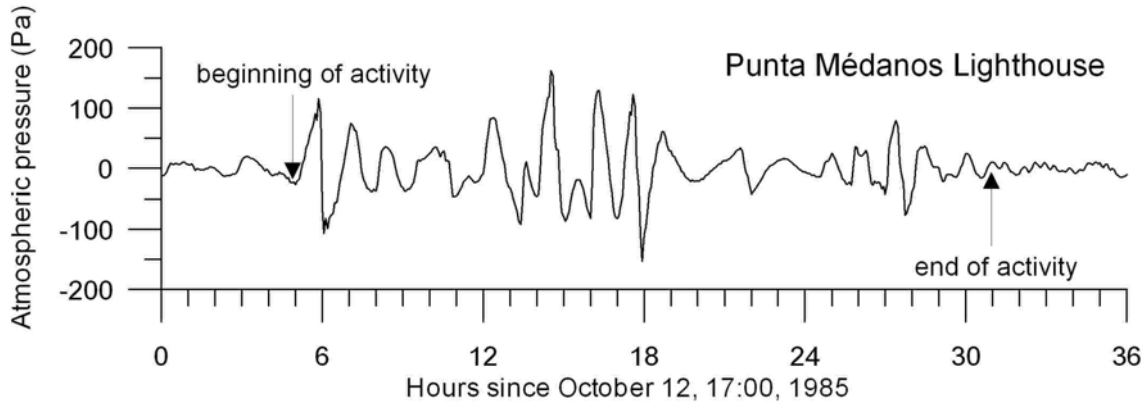


Figura 16
Registro de ondas de gravedad atmosféricas obtenido en el Faro Punta Médanos con un microbarógrafo. Fuente: Dragani *et al.*, 2002.

Se ha observado que los episodios en donde se registraron meteotsunamis siempre están asociados a la presencia de un pasaje frontal frío, pero no siempre cuando se verifica un pasaje frontal se producen meteotsunamis en la región marítima de influencia. Estas ondas por lo general se propagan de Sur a Norte, registrándose primeramente en Puerto Quequén y, posteriormente, en Mar del Plata, Pinamar y Mar de Ajó. En la Figura 17 se presenta un registro de niveles del mar que ilustra claramente lo antedicho. Los registros de niveles del mar de dicha figura están filtrados con un filtro pasa-banda en donde se aprecia que el meteotsunami ha sido aislado. En la Bahía Samborombón no existen registros ni indicios sobre la presencia de meteotsunamis.

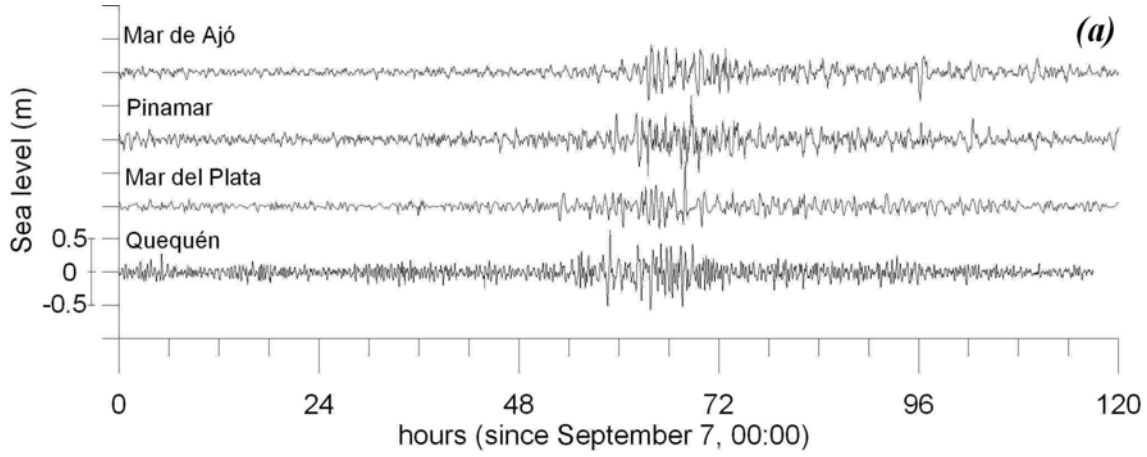


Figura 17
Niveles del mar filtrados (meteotsunami) registrado en Puerto Quequén, Mar del Plata, Pinamar y Mar de Ajó. Fuente: Dragani *et al.* (2009).

Tsunamis:

Es de destacar que el único caso en el que se registraron perturbaciones del nivel del mar asociadas a la ocurrencia de un tsunami en la costa atlántica bonaerense fue en diciembre de 2004, 23 h posteriormente a la ocurrencia del terremoto submarino de Sumatra (Indonesia, Sudeste Asiático) alcanzando amplitudes del orden de 0.10-0.15 m y periodicidades entre 20 min y 2-3 h (Dragani *et al.,* 2006).

Dragani *et al.* (2011) estudiaron y monitorearon la señal del tsunami desde Santa Teresita hasta el Río de la Plata Superior (Figura 18). Si bien las intensidades de la señal fueron muy bajas (unos pocos cm) lo importante de este hecho radica en que una señal oceánica originada en el Océano Indico pudo ser registrada en aguas costera de la ciudad de Buenos Aires. Este tsunami fue el primero de la "era instrumental" en ser detectado globalmente en todos los océanos y en casi todos los mares.

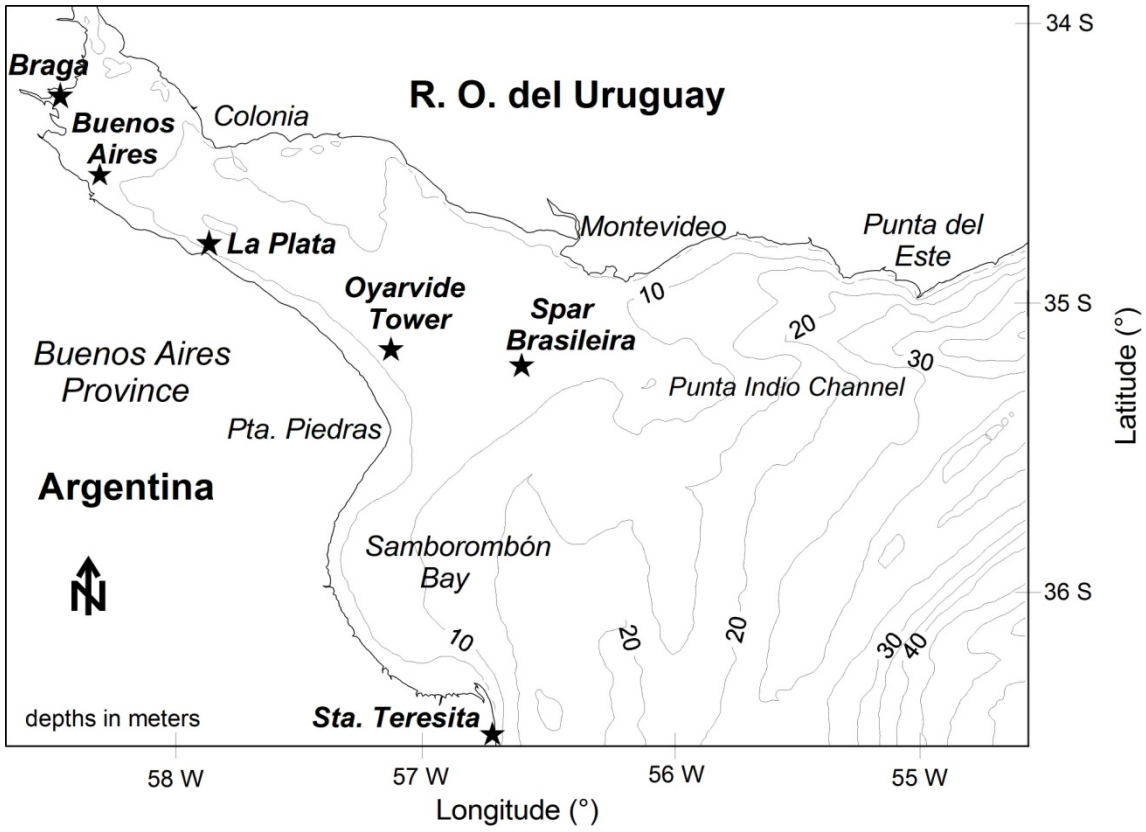


Figura 18
Río de la Plata. Las estrellas indican las posiciones en donde la señal del tsunami fue detectada. Fuente: Dragani *et al.* (2011).

En las Figuras19 y 20se representan las señales registradas desde la plataforma continental hasta el Río de la Plata Superior, con la marea astronómica filtrada y sin filtrar, respectivamente. La señal del tsunami se atenúa hacia el interior del estuario probablemente debido a los efectos disipativos causados por la fricción de fondo.

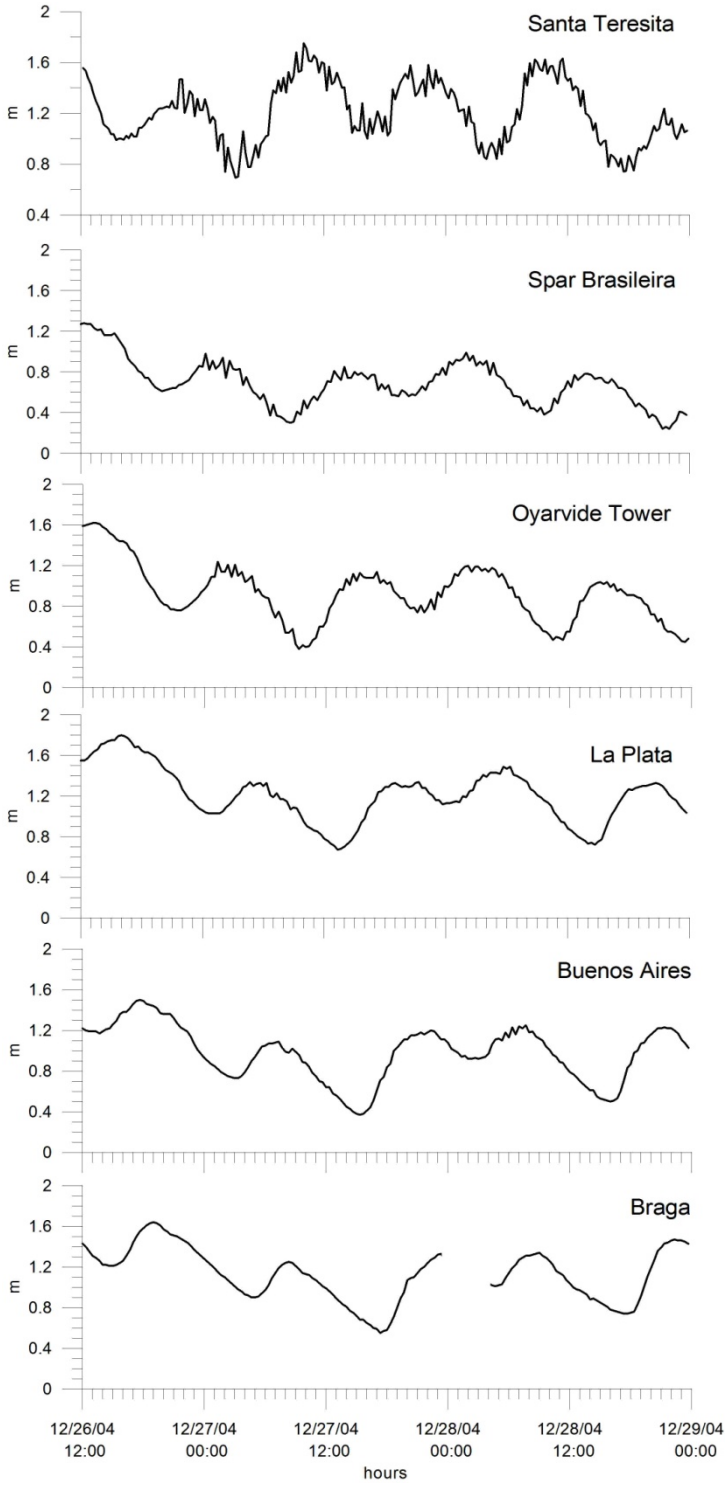


Figura 19
Niveles instantáneos del mar detectados en las estaciones indicadas con estrellas en la Fig. 18. Fuente: Dragani *et al.*(2011).

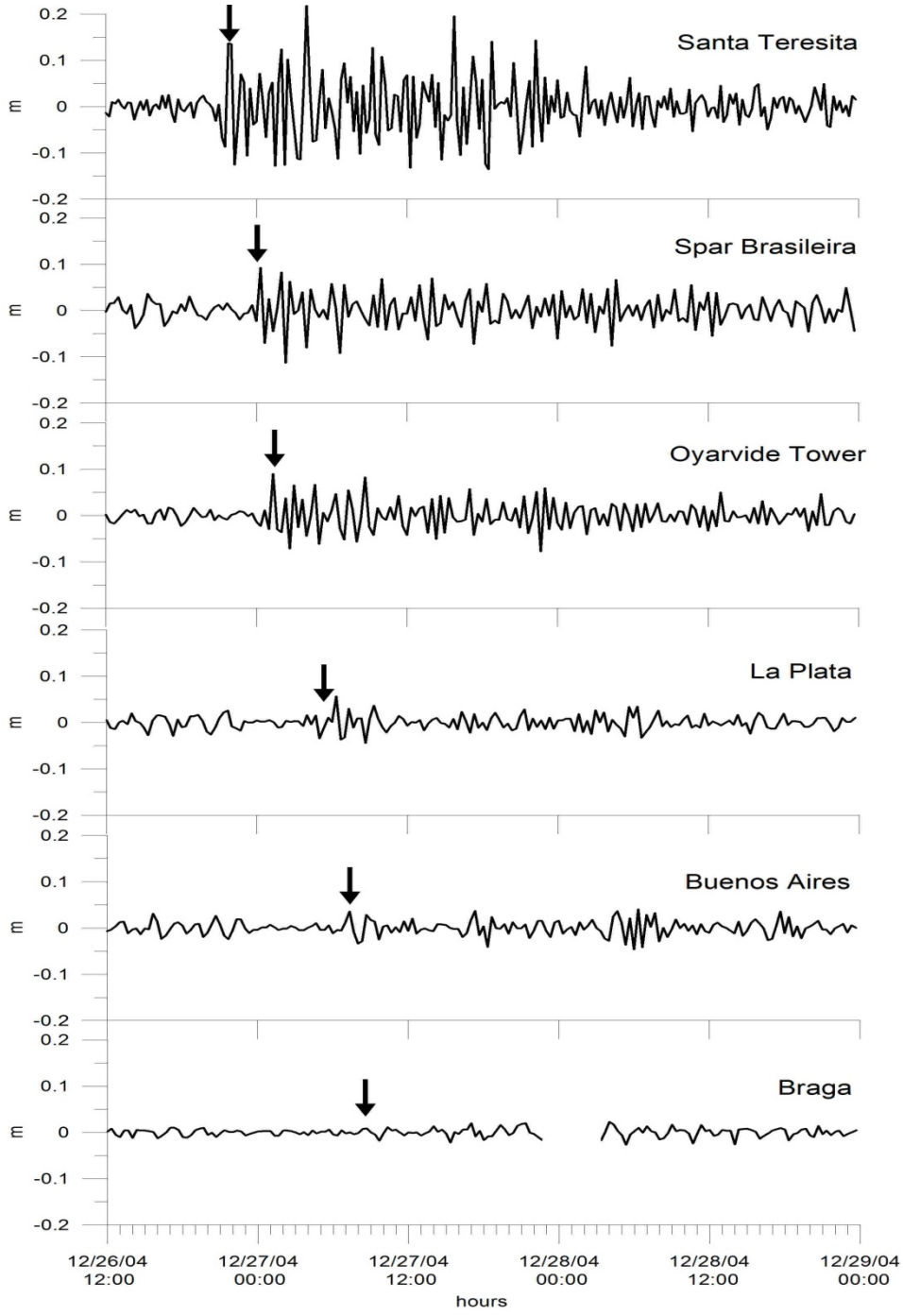


Figura 20
Niveles instantáneos del mar (filtrada la marea y la ODT) detectados en las estaciones indicadas con estrellas en la Fig. 18. Las flechas indican el comienzo de la actividad. Fuente: Dragani *et al.*(2011).

Corrientes:

Las corrientes predominantes o más evidentes en el área costera comprendida entre Punta Piedras (extremo norte de la Bahía Samborombón) y Punta Médanos son las asociadas a la marea astronómica y, especialmente, la correspondiente a la componente semidiurna lunar principal (M_2). En esta región costera se verifican diariamente dos situaciones de flujo (corrientes con rumbo predominante hacia el Norte, en marea

creciente, durante 3-5 h antes de las pleamares) y dos de reflujo (corrientes predominantemente hacia el Sur, en marea bajante, durante 3-5 h antes de las bajamares).

Entre ambas condiciones (la de flujo y la de reflujo) se observa un período de aproximadamente una hora de duración (o menos) conocido como estoa durante el cual las corrientes son mínimas o prácticamente nulas. Un poco antes de estas, las corrientes de marea se debilitan gradualmente en intensidad, para luego comenzar a intensificarse progresivamente hasta alcanzar intensidades máximas con un cambio de rumbo de aproximadamente 180°.

En términos generales puede decirse que las corrientes de marea en las regiones costeras fluyen prácticamente paralelas a la costa y, en consecuencia, la elipse de corrientes durante un ciclo completo de marea tiende a estar representada por un simple segmento. Esto es debido a un fenómeno conocido como rectificación topográfica. A medida que la distancia a la costa aumenta, la rectificación topográfica se hace menos evidente y las corrientes de marea durante su ciclo construyen el clásico patrón elíptico, siendo éste menos excéntrico a medida que la distancia a la costa aumenta. En la Figura21 se presenta la distribución espacial de los ejes mayores y menores de las elipses de marea correspondientes a la componente M_2 obtenido en un estudio numérico realizado por Simionato *et al.* (2004).

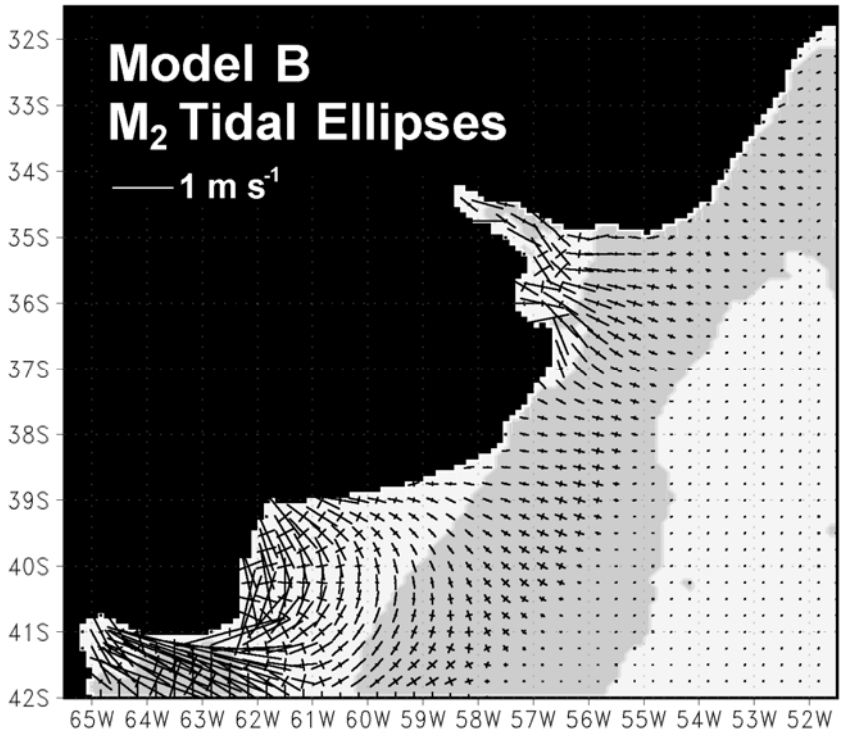


Figura 21
Ejes mayores y menores de las elipses de corrientes de marea (M_2.) Las áreas sombreadas indican rotación antihoraria de la corriente de marea. Fuente: Simionato *et al.* (2004).

En la zona de Punta Piedras las corrientes de marea son de aproximadamente 0.40-0.60 ms^{-1}. En las inmediaciones de Punta Rasa las intensidades pueden alcanzar valores un poco más altos. Durante condiciones de calma o de vientos débiles en el Río de la Plata se verifica una corriente "permanente" asociada a la descarga de los Ríos Paraná y Uruguay que fluye predominantemente hacia su desembocadura.

Consecuentemente, debido a la superposición entre las corrientes de marea y la permanente, las condiciones de flujo (hacia el Río de la Plata Superior, en creciente) son un poco más débiles que las de reflujo. En condiciones de vientos persistentes, de moderados a fuertes, el patrón de corrientes descrito precedentemente se desdibuja sustancialmente dominando en estos casos las corrientes de deriva (generadas por el viento). Las corrientes de deriva, en aguas abiertas lejanas a la costa, fluyen unos 20-40° hacia la izquierda de la dirección del viento y, en aguas costeras, es prácticamente paralela a la costa debido a la mencionada rectificación topográfica. La intensidad de la corriente de deriva es, en términos generales, aproximadamente del 1-3% de la intensidad del viento. Las condiciones de máximas corrientes ocurren durante las "sudestadas", pudiendo las intensidades alcanzar 1 ms^{-1}.

En la costa atlántica bonaerense, entre Punta Rasa y Puerto Médanos, las corrientes de marea son un poco menos intensas (aproximadamente, 0.20-0.30 ms^{-1}) que en la zona aledaña a Punta Rasa. En esta región atlántica no existe una corriente permanente neta, aunque hay algunas evidencias Bianchi (2005) que señalan la existencia de un transporte de masa hacia el Norte en la plataforma continental el cual, traducido a intensidades de corrientes, en la zona costera, podría ser estimado en un valor del orden de 0.10 ms^{-1}. Al igual que en el Río de la Plata, durante condiciones de vientos persistentes e intensos (especialmente del Sudeste) se originan corrientes de deriva muy intensas las cuales enmascaran en el patrón de corrientes de marea predominante, produciendo una corriente neta (asociada a la onda de tormenta) que fluye paralelamente a la costa predominantemente hacia el Norte.

Transporte litoral paralelo a la costa asociado a las olas (Longshore transport):

Está ampliamente documentado en la bibliografía internacional que la incidencia oblicua de las olas sobre la playa generan corrientes paralelas a la costa confinadas en una franja comprendida entre esta última y un par de veces el ancho de la zona de rompientes (CERC, 1984; CERC, 2010).

En la Bahía Samborombón, las únicas observaciones de campo de estas corrientes reportadas se realizaron entre 1987 y 1992, en Atalaya, Punta Indio y Punta Piedras, en donde se pudieron medir débiles corrientes litorales con intensidades inferiores a 0.20 m s^{-1} asociadas a incipientes rompientes (COBA, 1993). Es importante resaltar en el Río de

la Plata la diferencia existente entre el transporte de la corriente permanente (proveniente del Noroeste, asociada a la descarga natural) del transporte asociado a la corriente litoral ("longshore current").

El primero está vinculado a la descarga de los Ríos Paraná y Uruguay y el segundo, en general, se manifiesta en condiciones de vientos moderados a fuertes del cuadrante Sudeste y está directamente asociado al oleaje proveniente del Sudeste. Las consecuencias de este último se ven reflejadas, por un lado, en la evolución de las formas costeras naturales produciendo el desvío hacia el Norte de las desembocaduras de canales o arroyos naturales o artificiales y, por el otro, en la sedimentación evidenciada sobre el flanco Sur de las estructuras.

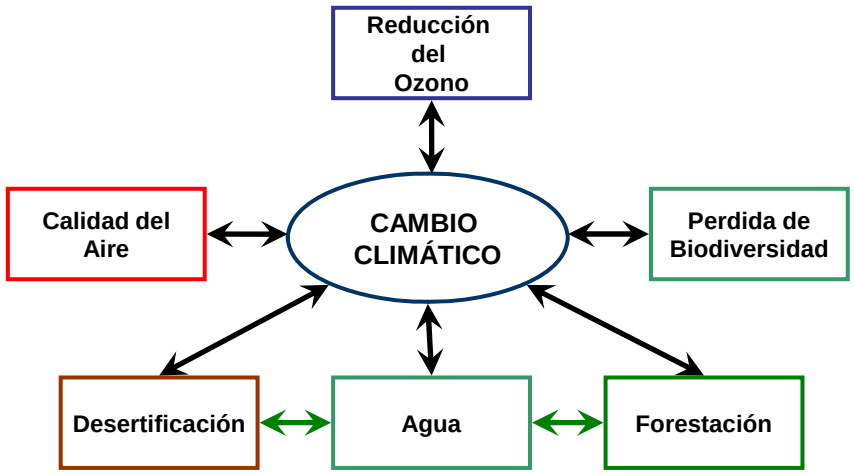
En la costa atlántica bonaerense existen muy pocas observaciones directas de esta corriente. Sin embargo, algunas mediciones de campo indican que la intensidad de estas corrientes litorales pueden alcanzar los 0.5 ms^{-1} (Dragani *et al.,* 1995). Actualmente se están verificando algunos síntomas indudables de erosión en la Bahía Samborombón y en Punta Rasa, los cuales, *a priori*, no estarían directamente vinculados con la actividad humana.

En principio se plantea la hipótesis de que dicha erosión podría deberse a un leve cambio en las direcciones predominantes del oleaje, generado por el desplazamiento hacia el sur de las cuñas de alta presión y las células anticiclónicas, que se desprenden del anticiclón semipermanente del Pacífico Sur, en su ingreso al Atlántico Sur, como se menciona y visualiza en la sección que se ocupa de los aspectos meteorológicos e hidrológicos en el sitio y/o a un leve aumento de las alturas y/o frecuencias de ocurrencia de las ondas de tormenta en la región (Dragani *et al.,* 2010).

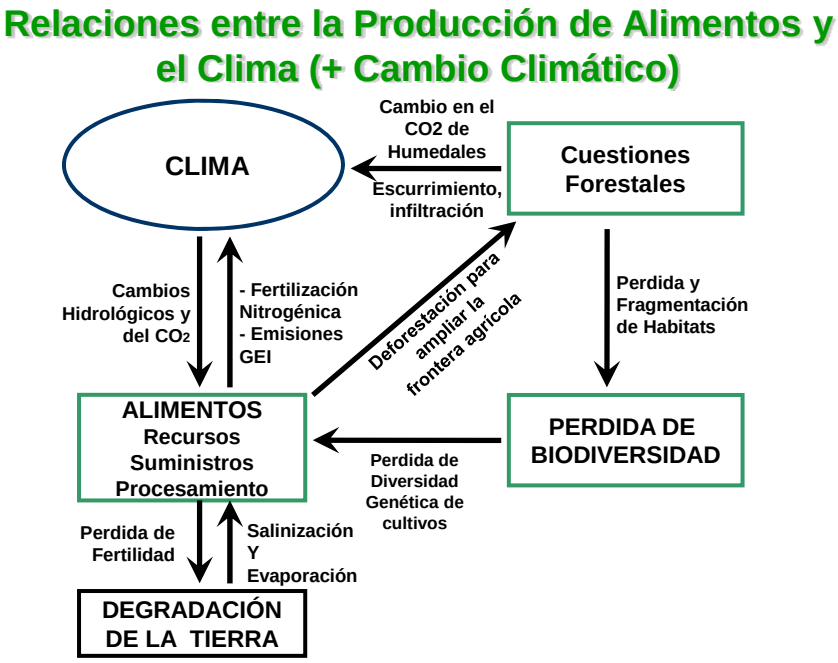
Condiciones de la Temperie, el Clima y eventos extremos. Cambio climático

Comentario General e interconexiones

El clima es un factor ambiental íntimamente ligado con las condiciones de inserción, desarrollo y la reproducción de las diversas especies que constituyen el haber de la familia humana. Asimismo, la vida de cada uno de sus integrantes está condicionada por las particularidades de su envolvente atmosférica. Indudablemente, la vida sobre la Tierra depende también de las demás componentes de nuestro ambiente, la figura 22 muestra las interconexiones que ellas mantienen con el clima y el cambio climático.



a)



b)

Figura 22
a) Relación entre CC y otras componentes del deterioro ambiental.
b) Relaciones entre la producción agrícola, el clima y el cambio climático.

La figura 22 destaca los factores fundamentales vinculados con las condiciones del sistema climático terrestre. Evidentemente, estos factores se asocian también a los procesos del cambio climático.

El agua, la forestación, la calidad del aire y el estado del suelo, sea el correspondiente a un desierto una pradera o un bosque, definen condiciones de entorno relacionadas con el clima, siendo, por sus retroacciones, modificadoras del medio ambiente, incluido el calentamiento terrestre. La interconexión con la diversidad biológica se explica porque los ecosistemas naturales se alteran con la reducción y la pérdida de especies animales y vegetales, las que, de alguna manera, aseguran sus niveles de reproducción y resiliencia, es decir, de adaptación natural. En cuanto al Ozono, el evento crítico, originado el adelgazamiento de la capa de este gas en la estratósfera baja y la génesis del denominado “Agujero de Ozono antártico”, alertaron sobre los efectos nocivos de las radiaciones solares ultravioletas sobre los ecosistemas terrestres y el ser humano. Además, el Ozono es gas de efecto invernadero en la troposfera y un gas nocivo cerca del suelo.

La figura 22muestra las interconexiones entre las componentes naturales y la intervención humana en cuanto hace a la producción de alimentos.

Habida cuenta que se analizan los efecto del cambio climático, esta componente figura como elemento referencias, sin que ello signifique predominio alguno. Es de suponer que, actualmente, el productor agrario debe tomar en cuenta todas y cada una de las componentes, reconociendo que el calentamiento terrestre es un factor que ya afecta a los rendimientos de su producción agrícola ganadera.

El aumento de la temperatura media sobre la superficie terrestre es un factor en general adverso en la productividad y calidad de productos de origen vegetal y animal, constituyendo una causa de preocupación cuando los valores térmicos específicos, para cada cultivo o cría, son excedidos.

Es un hecho fehacientemente comprobado que la persistencia de altas temperaturas reduce, pudiendo llegar a anular, la reproductividad de lasplantas, así como disminuyen la calidad cárnica y láctea del ganado. Magrin G.O et al “Impacts Study of Change in Climate dsuring the 20th Century, in Argentina”, EPA, 2001, así lo muestran. Esta situación ha sido notificada por el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007).

Los efectos de las temperaturas elevadas se reflejan en la información que sigue.

- Trigo: Las temperaturas que exceden los 30º C, por más de ocho horas, pueden revertir la vernalización.
- Arroz: Temperaturas por encima de los 35º C, por más de una hora, en la antesis causaun alto porcentaje de esterilidad en las espiguillas.
- Maíz: El polen comienza a perder movilidad a temperaturas mayores de 36º C.
- Papa: Las temperaturas por encima de los 20 ªC frenan la iniciación del tubérculo y su engrosamiento.

Además, las plantas secuestran dióxido de carbono, consumen agua y nutrientes y, para mantener la productividad se utilizan agroquímicos, los que mal administrados generan problemas ambientales. Por otro lado, los árboles son barreras naturales para la contención del viento y para sombra del ganado y como hábitat para cultivos bajo sombra

Las cuestiones forestales son también trascendentes pues los montes, bosques y selvas son el hábitat de especies polinizadoras que aseguran la reproducción de las plantas y la producción de sus frutos. Por esto, la deforestación es un flagelo grave. La importancia del árbol aumenta porque la fotosíntesis genera materia seca y Oxígeno. Además, porque las plantas abrigan especies depredadoras de vectores de enfermedades transmitidas por insectos vectores y otros animales pequeños, actividad fundamental en la sanidad ambiental y en la salud de los campesinos. El dengue y el mal de los rastrojos prosperan rápidamente con la eliminación de los depredadores. La pérdida de la diversidad, local, sea por deforestación, incendios provocados o por la introducción de especies exóticas, es un crimen ambiental.El progreso de la genética y el desarrollo de la etnobotánica permiten el desarrollo de especies resilientes y el uso de especies locales con fines farmacológicos (Matin G.J. Ethnobotany, Earthscan, Londres, 2004)

Los seres humanos vivimos y nos desarrollamos en el fondo de un océano de aire. Sus características físico-químicas definen la factibilidad de la vida y sus condiciones de bienestar y salud. Desde el comienzo de las primeras formas de vida terrestre, hace unos 3.000 millones de años, los entes primigenios fueron evolucionando, adaptándose, oportuna y convenientemente, a las condiciones ambientales prevalecientes el violento evento de contaminación producido por las algas cianófilas que, alrededor de 2.000 millones de años antes del presente, comenzaron a generar Oxígeno, produjeron la extinción de aquellos que vivían en una atmósfera de escaso contenido de Oxígeno (0,6 %) y de un alto contenido de Dióxido de Carbono (80%).

La figura 23 muestra el cambio de los componentes principales de esa atmósfera, conducente a una calidad de “aire” similar al de nuestra atmósfera actual. El proceso de evolución continuó con la formación de las diversas comunidades vegetales y animales que, a lo largo de miles de millones de años, configuraron los ecosistemas que integran al paisaje global. Además, el aumento de la concentración del Oxígeno y de su forma alotrópica, el Ozono, modificaron las condiciones del balance energético, del sistema Sol, Tierra, Atmósfera con cambios en la circulación atmosférica y oceánica. La formación del ozono a partir de las radiaciones UV-B y UV-C que inicialmente llegaban hasta la superficie esterilizando cualquier forma de vida, dio pie, a partir del lento incremento del oxígeno atmosférico en el escudo de ozono estratosférico que permitió la migración de la vida desde los océanos a la superficie del planeta, y que además es una componente importante del sistema climático.

% Aprox. de los Gases Atmosféricos, Antes y Después de la aparición de las Especies que requieren Oxígeno para sobrevivir

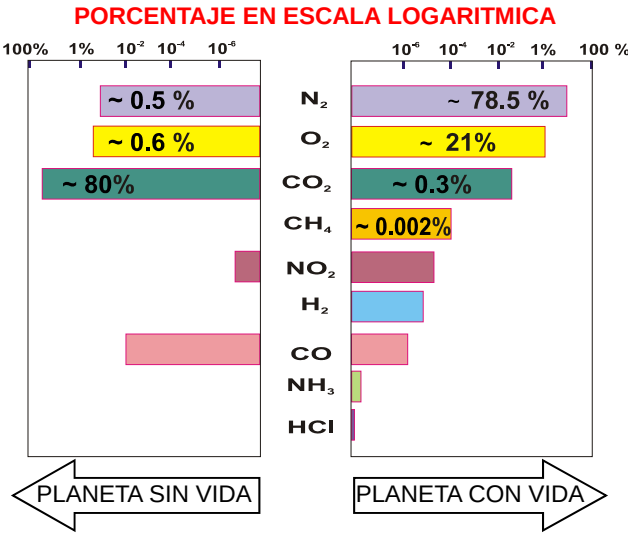


Figura 23
Composición atmosférica como % aproximado de gases atmosféricos, antes y después 2.000 millones de años A.P., como consecuencia de la aparición de las primeras células con fotosíntesis.

Inicialmente, los procesos evolutivos que modelaron la vida y el paisaje terrestre, fueron causados por las fuerzas de la Naturaleza. La aparición del Homo sapiens agregó otros factores de modificación ambiental. Su capacidad de observación y el ingenio condujo a la fabricación de herramientas rústicas, que fueron utilizadas mediante su propia fuerza muscular, luego complementada con la fuerza de animales domesticados. También aprendió a utilizar el fuego e inventó la rueda.

Enfocando nuestra atención en Europa y el Cercano Oriente sabemos que el desarrollo del pensamiento científico comenzó en el Antiguo Egipto y, a partir del siglo VI AC, continuó en Grecia. Las obras relacionadas con el uso del agua, los elementos primordiales de la agricultura y, de manera general, el arte de curar, constituyeron parte importante de ese desarrollo científico. Sin embargo, los impactos sobre el entorno ambiental, si bien comunes, como lo planteaba Platón en el siglo V AC, quejándose de la deforestación que ocurría ya en su tiempo, aun cuando no eran graves, ya que los ecosistemas poseían la resiliencia necesaria, para auto-recuperarse y mantener sus cualidades .

Más tarde, el proceso inventivo condujo a la aparición de máquinas diversas, que permitieron que la fuerza muscular fuera reemplazada, paulatina y crecientemente, por máquinas y sistemas, desarrollados a partir de las ideas originadas en la observación, y ajustadas por el método de prueba y error.

El cambio ambiental profundo comienza cuando se aplica la fuerza expansiva del vapor de agua a la industria y al transporte. Este cambio inicia la mentada Era Industrial. Con la industrialización los asentamientos humanos se transformaron en conglomerados urbano-industriales. Los obreros de las fábricas, usinas y otros emporios, incluido el comercio, comenzaron a establecerse alrededor del lugar de trabajo, hacia donde debían trasladarse cotidianamente. A poco de estos desarrollos, el uso de la fuerza muscular, y el movimiento de ruedas y molinos con el impulso del viento y del agua comenzaron a ser reemplazados por la expansión del vapor de agua. Así transcurría la segunda mitad del siglo XVIII.

El primer combustible fósil utilizado en reemplazo de la leña (biomasa), desde ya contaminante, fue el carbón de piedra. Al comienzo se lo utilizó en las instalaciones fijas de las industrias y luego en máquinas móviles, como las locomotoras. También se fabricaron vehículos a vapor, aunque sin rieles, como lo fue el primer automóvil. La producción de la energía que alimentaba a las fábricas resultó ser el origen de la contaminación local o de impacto.

El uso de combustibles fósiles líquidos (petróleo y sus derivados) comenzó en forma lenta, cuando Benz, en 1885, Daimler en 1886 construyeron los primeros automóviles, y se acelera con la aparición del auto modelo T., producido por Henry Ford, en 1908.Así comienza un importante aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, partículas y de diversos compuestos que activaron la formación de precipitaciones y deposiciones ácidas, con un impacto muchas veces severo, tanto en la salud humana como en la producción agrícola.

Las emisiones incluyen Monóxido y Dióxido de Carbono, Metano, Óxidos de Nitrógeno y de Azufre y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs). Estos últimos culpables de la formación de Ozono en superficie, de marcada incidencia en la salud, que aumentará con el calentamiento terrestre (IPCC, 2007).

Esta mención es necesaria porque, además, la contaminación general de la atmósfera, derivada de las actividades humanas es la causa inequívoca del calentamiento terrestre (IPCC, 2007).Como se ha comprobado, por sus efectos las fuentes de emisión, resulta ser más insidiosa que el cambio climático, en todo lo referente a la salud de personas, animales y plantas.

Al respecto, es conveniente destacar que la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, requerida por la CMNUCC y su Protocolo de Kioto, es también una necesidad, para paliar los efectos locales y regionales de su contaminación(IPCC, 2007).

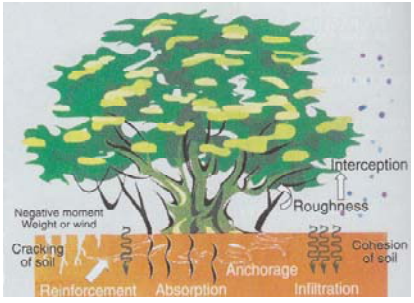
Retornando a la problemática del calentamiento terrestre, como lo destacaba el Dr. Robert White, Administrador de la NOAA, en la década del 70, los procesos que dieron

origen a los combustibles sólidos están siendo replicados por la quema sin límites que lleva a cabo la sociedad moderna. Por ello, las actividades humanas están generando un aumento de la temperatura media global, que origina la merma y la extinción de especies y la desaparición de sistemas físicos, como los glaciares, el hielo sobre el mar o hielo marino y los hielos continentales (IPCC, 2007).

En cuanto hace a la extinción de especies, no cabe duda alguna que otras actividades humanas también la causan, a veces de manera más rápida y contundente. Esto ocurre, por ejemplo, con la deforestación a ultranza que, sin la evaluación de riesgos, se practica en nuestro país con una simple finalidad económica. Además los cambios en el uso de suelos, tanto por malas prácticas agropecuarias como por deforestación y eliminación de pastizales naturales es la segunda causa de calentamiento climático, luego de la generación de energía y antes que la industria.

Claro está que ello se hace en desmedro de componentes de los ecosistemas naturales, como ocurre con la destrucción del hábitat de diversas especies; la erosión de suelos, asociada a la formación de aludes, en áreas de colinas y cerros o inclusive en cuencas de poca pendiente de zonas de llanura donde se modifican las tazas de escurrimiento por cambios antrópicos en la cobertura vegetal; la seguridad sanitaria de la población de áreas rurales por el uso incorrecto de agroquímicos, entre otras.

En el caso de los animales de las áreas boscosas, ellos pueden cumplir el rol de polinizadores o bien el de control natural de plagas y especies que sean transmisoras de enfermedades a humanos. En fin, el bosque y su canopia asisten en la defensa contra inundaciones y sequías, la infiltración y la reducción de la erosión de los suelos, como se muestra en la figura 24.



Cambios del uso del suelo, por deforestación o denudación son causa de desastres Caso de Tartagal (2006 y 2009)

La intercepción de la canopia, el freno que troncos y raices Imponen a la escorrentía, la Asistencia a la infiltración, Reduciendo la escorrentía y retrasando el flujo sub-superficial, reducen riesgos.

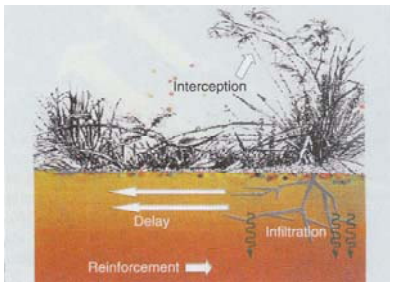


Figura 24
Efectos de la cobertura vegetal del suelo.

Resumiendo, las comunidades jóvenes, como las que desarrollan sus actividades en el sitio Ramsar Bahía Samborombón, deben defender sus recursos en base a su desarrollo sostenible, de manera que las generaciones futuras, puedan disponer de los recursos necesarios para su sobrevivencia. El Informe sobre la Vulnerabilidad de este Sitio Ramsar, incluyen comentarios sobre sus áreas específicas y destaca las interconexiones, poco consideradas, o, quizás desconocidas, que, en cada instancia del desarrollo, aseguran la posibilidad de un futuro sostenible.

Esta introducción quedaría incompleta si dejáramos de mencionar que las condiciones de vulnerabilidad de las comunidades que se desarrollan en este sitio y sus adyacencias, depende de la capacidad de respuesta de los sectores sociales, ecológicos y económico, ante de perturbaciones o impactos, en el corto y el largo plazo.

Este planteamiento recomienda el reconocimiento del concepto de "resiliencia". Esto es, la capacidad de un sistema social o ecológico para absorber o mitigar los efectos de perturbaciones o impactos, manteniendo su estructura básica y sus vías de funcionamiento y, además, disponiendo de la capacidad de auto-organización y las estrategias de adaptación necesarias para su recuperación.

Frente a eventos ambientales, la resiliencia del ente afectado depende de su condición social y económica, su ubicación con respecto al evento causante del impacto, y, evidentemente, de la intensidad del evento ambiental (en este segmento, del evento atmosférico involucrado. La figura 25grafica las interconexiones de un proceso ~~evento~~ atmosférico dado, causado por el cambio climático, pertenezca a la temperie o al propio clima, y calificado como evento extremo. En razón que los problemas del deterioro ambiental, con el calentamiento terrestre incluido, surgen de las prácticas no sostenibles de los modelos de desarrollo utilizados por la sociedad contemporánea, la porción derecha de la imagen identifica al ,desarrollo, La flecha que emerge de la casilla identificada con el término DESARROLLO, muestran como las emisiones causadas por las actividades humanas, particularmente las emisiones de gases de efecto invernadero, producenun cambio climático de origen humano, que adicionado a la variabilidad natural del clima, conduce al estado del sistema climático y, lógicamente,al clima del período en cuestión. La reducción de los efectos adversos del cambio climático se combaten con diversas medidas,a saber, el aumento de la resiliencia del objeto impactado, el establecimiento de un sistema de monitoreo, vigilancia y manejo de riesgos y, estrategias de adaptación, todas ellas orientadas a reducir los impactos y disminuir los riegos de desastres. Los efectos de un evento no dependen sólo de la naturaleza y magnitud del evento en sí. Ellos están también definidos por la vulnerabilidad del receptor del impacto y por la exposición de la cosa impactada con respecto al evento atmosférico. El centro de la figura muestra además que los riesgos pueden culminar en desastres que, directa e indirectamente, afectan al desarrollo y ponen en evidencia la calidad de las medidas de

resiliencia, vigilancia y adaptación desarrolladas, para enfrentar a los eventos extremos de la temperie y el clima.

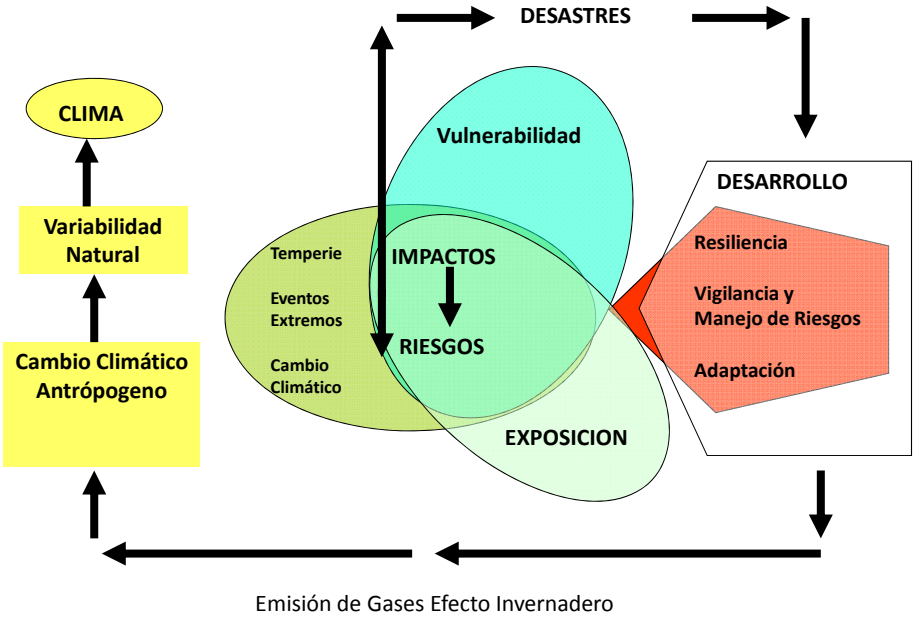


Figura 25
Gráfico de interconexiones entre Vulnerabilidad, Impactos y riegos, frente al CC.

Podemos aseverar que la reacción del individuo o la comunidad impactada irá mejorando a medida que se disponga de mejor información antelada de cada evento crítico. La observación continua de las variables que definen la evolución de cada proceso involucrado, el monitoreo, en este caso hidrometeorológico, con la debida parametrización de los componentes ambientales que definen la posición ante el estímulo, su condición de vulnerabilidad y, potencialmente, la generación de riesgos, constituyen elementos básicos para la vigilancia eficaz de condiciones extremas (inundaciones, tormentas de viento y exacerbación de procesos ambientales, como la erosión costera; sequías y olas de calor o de frío - por su impacto sobre la salud humana y los ecosistemas locales).

Según vimos, la Figura 25 grafica cómo el cambio climático y sus eventos influyen sobre el receptor del impacto y la Tabla 4ejemplifica cómo los grupos menos preparados, las comunidades menos desarrolladas, con recursos escasos y carentes de capacidad tecnológica, resultan más vulnerables. Lo muestran así las estadísticas de las distintas regiones del mundo. En este caso, eventos severos, como los huracanes del Mar Caribe, muestran diferencias en las condiciones de vulnerabilidad de los países en vías de desarrollo, comparadas con la de los países desarrollados.

Efectos diferenciados

Huracán	Mitch(1998)	Katrina (2005)	Sandy(2013)
Muertos	11.000 + (*)	1.833	287
Pérdidas (en 106 U$S)	6.200	140.000	30 a 50.000

(*)Personas desaparecidas 8000

Mitch afectó principalmente a Honduras y Nicaragua, el desastre fue total.
La precipitación sumo más de 1.000 milímetros en 5 días.
Muertos: Honduras 5.657, Nicaragua 2.515 - Desaparecidos 8.000.
El resto de América Central e Islas del Caribe suman unos 2800 muertos

Tabla 4
Efectos de diferentes huracanes.

En la Tabla 4 puede observarse la vulnerabilidad social de los países de América Central, afectados por el Huracán Mitch. Estados de bajos recursos y escasa organización social comparada con las condiciones en países desarrollados. En ellos el número de muertos y desaparecidos es mayor que en países desarrollados. Tal es el caso de los Estados Unidos de América, que fue impactado por los eventos extraordinarios de los huracanes Katrina y Sandy. En este país, las pérdidas económicas fueron mayores, pero escasas las pérdidas de vida y la desaparición de personas.

El devenir de los acontecimientos muestra que, luego de los eventos, las regiones desarrolladas, que fueron afectadas, estuvieron en mejores condiciones de recuperación social y económica. A esa misma condición deben aspirar los Partidos que tienen jurisdicción en elSitio Ramsar Bahía Samborombón. Esto es muy importante pues, si ya son afectados por problemas muchas veces generados por la falta de información y de medidas de coordinación, las condiciones del cambio climático exacerbarán la situación de indefensión en la que se encuentran.

A este respecto, es oportuno encuadrar este análisis de vulnerabilidad de la comunidad asentada en la región que nos ocupa y, lógicamente, de las condiciones de exposición del entorno biofísico y su utilización futura de manera sostenible. La realidad actual, está agravada por la falta de información; el tratamiento independiente de la problemática ambiental, por la carencia de coordinación entre los servicios específicos, nacionales y locales, la insuficiencia de la educación ambiental y la urgente necesidad de servicios de vigilancia apropiados y con responsabilidad y tareas continuas, durante todos los días del año.

Sólo un análisis integral e integrado permitirá ajustar su desarrollo a los recursos renovables y no renovables existentes, evaluar las condiciones de su clima futuro y las consecuencias posibles de los eventos extremos anticipados por el cambio climático en marcha y, en tanto cuanto sea posible, prever los desarrollos complementarios que permita la evolución natural y la innovación tecnológica, dentro del marco del nuevo sistema climático. Un sistema más cálido, inestable y profuso en eventos extremos que el actual.

La consideración del concepto de desarrollo involucra un principio definido por la UICN y adoptado por la Comisión sobre Desarrollo y Medio Ambiente, se trata de lo que hoy denominamos “desarrollo sostenible” (ver Glosario).

Esta decisión, que incorpora la necesidad de la sostenibilidad del desarrollo, ha sido adoptada por las Naciones Unidas y su importancia reiterada por decenas de reuniones internacionales. En efecto, ante los límites que las dimensiones de nuestro planeta plantean para sustentar a una población mundial creciente, el progreso futuro de la sociedad exige la adopción de trayectorias de desarrollo sostenible. Estas trayectorias involucran la necesidad de que las generaciones avenir dispongan de los recursos y servicios naturales y generados por la sociedad, en condiciones apropiadas para que sus vidas transcurran de manera similar a la nuestra. Es por eso que, desde fines de la década de 1980, se está trabajando sobre esta cuestión.

Las conferencias de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y desarrollo han puesto enevidencia que el sobre consumismo que distinguen a varias comunidades desarrolladas agrava la situación social y ambiental sobre la Tierra. Es que un desarrollo exclusivamente basado en su componente económica no permite la sostenibilidad de la sociedad ni la de los recursos y servicios disponibles para el tamaño de la población mundial actual, Habida cuenta que los efectos adversos del cambio climático exacerbarán la falta de equidad actual, varios autores han propuesto que el desarrollo sostenible debiera conjugar los aspectos y sectores y aspectos mencionados en el gráfico de la figura 26.

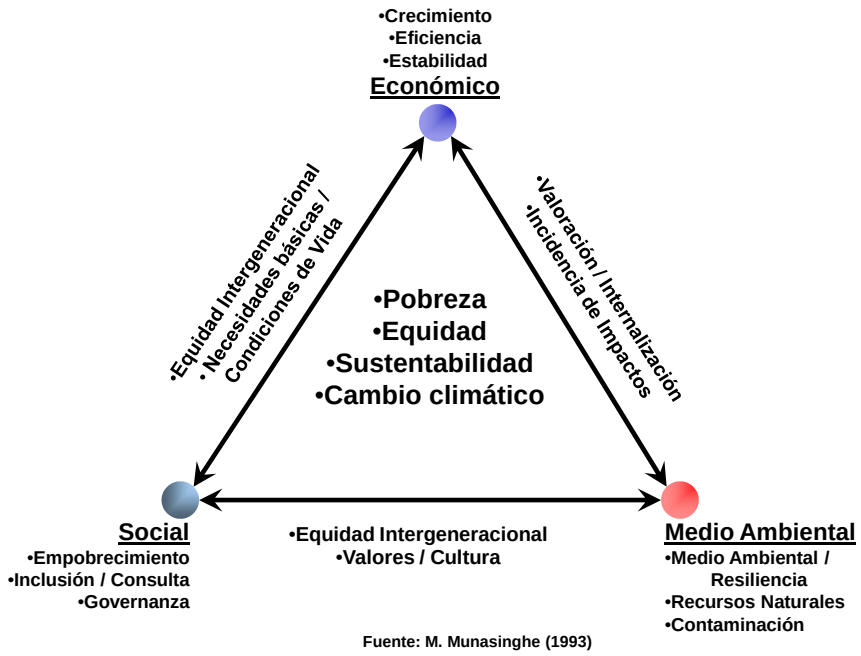


Figura 26
Componentes del Desarrollo Sostenible

Condiciones geofísicas

Desde el punto de vista meteorológico, el Sitio Ramsar puede ser considerado como un entorno natural suficientemente homogéneo,forma parte del ámbito climático localizado entre los paralelos de 34º S y 38º S. En consecuencia está influenciado por la circulación atmosférica y las condiciones termodinámicas que caracterizan al ámbito del, Río de la Plata y el Océano Atlántico Sur adyacentes.En consecuencia, la ubicación geográfica del Sitio Ramsar Bahía Samborombon hace que los procesos meteorológicos del sitio estén influenciados por la advección de masas de aire de alta humedad absoluta.

Además, las condiciones locales son modificadas, ocasionalmente, por vientos locales de mar-tierra y tierra-mar. Las masas de aire que invaden este sector de la Provincia de Buenos Aires, generan impactos cada vez más importantes, debido al aumento de la intensidad de las precipitaciones, el efecto de los vientos predominantes del sector E y el aumento del nivel medio del mar, procesos que se exacerban por el cambio climático.

Radiación

La disponibilidad de energía externa – radiación solar y su balance con la radiación terrestre- constituyen elementos importantes en el problema que nos ocupa. En efecto, la evaporación y la evapotranspiración dependen de la energía calórica disponible, dependiente, a su vez, del balance mencionado.

La variación de este balance puede ser la causa de variaciones climáticas que pueden cambiar, temporariamente más permanentemente, las condiciones de temperatura y la distribución de los hidrometeoros, en cada región. El efecto invernadero, producido por la presencia de Dióxido de Carbono y también, por el vapor de agua, en la atmósfera y el efecto "pantalla protectora" opuesto a la radiación solar, dependiente de la distribución y densidad de las partículas en suspensión en la atmósfera, son considerados, junto con la modificación de la capa de Ozono que rodea a la Tierra, en la estratosfera baja, como componentes funcionales de los procesos que producen esos cambios.

En consecuencia, el análisis del clima y ciertas condiciones de la temperie, como la formación de nieblas y heladas, y la evaluación de sus posibles tendencias, está vinculado con la radiación y su balance. Lamentablemente, a pesar de su influencia en los procesos mencionados, las observaciones de radiación solar y terrestre son muy escasas en la República Argentina.

En lo que hace a la región en estudio, sólo se realizan en el Observatorio Central Buenos Aires (Ciudad Autónoma de Buenos Aires),y en los observatorios de San Miguel y en el INTA de Castelar. La información disponible, concentrada en el extremo NE de la provincia de Buenos Aires, es insuficiente para diseñar cartas de radiación para el Sitio Ramsar. Por ello, sólo puede lograrse una idea aproximada de la situación con la aplicación de fórmulas empíricas que relacionan estos parámetros con otros de naturaleza meteorológica y astronómica.Los trabajos de M-I.Budyko, del Instituto Hidrológico de Leningrado y de E. Crivelli y M.A. Pedregal, del Observatorio Nacional de Física Cósmica, de San Miguel, nos permiten conocer, aproximadamente, la distribución geográfica de la radiación solar global y del balance de radiación de la Tierra.

De acuerdo con la información generada por esas fuentes, los valores estimados para la provincia de Buenos Aires muestran en el Sitio Ramsar, los siguientes valores:

Para la radiación total entre 145 y 149 Kcal por cm^2, y por año.
Para el balance de radiación anual unas 67 Kcal por cm^2 por año

Evidentemente, resultará importante prever la realización de las mediciones necesarias, para determinar con precisión las cantidades de energía disponibles en la superficie del sitio Ramsar y sus adyacencias, de manera de mejorar las estimaciones del potencial de evaporación y evapotranspiración, en condiciones crítica (p.e. sequías u ola de calor).

Observaciones de campo, realizadas por CIBIOM (Centro de Investigaciones Biometeorológicas), del CONICET, mostraron que la evaporación en charcos y lagunas pequeñas es de 11 milímetros diarios, en promedio, con valores máximos del orden de 15 milímetros y mínimos de 6 milímetros.

Temperatura del aire

En función de lo dicho, el orden de magnitud de los valores de las variables meteorológicas, para el área que ocupa el sitio Ramsar y la región terrestre aledaña, desde Punta Indio a Punta Médanos, con una profundidad de algunas decenas de kilómetros, a partir de la costa, pueden ser estimadas con valores próximos a los siguientes(Tabla 5).

Temperatura en superficie, en º C

Media Anual	Máxima Media	Máxima Absoluta	Máxima Más Baja	Mínima Media	Mínima Absoluta	Mínima Más Alta
17	22	43	4	12	- 5	27

Tabla 5
Valores de temperatura.
NOTA: Los valores de las temperaturas se estimaron en base a los valores provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, tomados de series de datos medidos entre 1906 y 2012.

En el verano, la temperatura media oscila entre 25º C y 20 º C, con sus valores más bajos en la costa aledaña a Mar del Plata y en el extremo sur de la provincia. La influencia de la corriente fría de Malvinas se hace notar hasta los 37º S. Este efecto se observa por la curvatura de las isotermas, que se desplazan hacia el oeste de la provincia, durante los meses de verano.

Las isotermas medias de Julio de extienden de WNW a ESE, con una inclinación de un ángulo de 30º con respecto a los paralelos y valores de entre 11º C y 9º C, hasta la latitud de unos 37º S para, abruptamente, tomar la dirección de los meridianos, por el efecto de la corriente de Malvinas. El sur de la provincia presenta temperaturas medias en superficie que, de norte a sur, oscilan entre 8º C y 6º C. El incremento 0,74º C, en la temperatura media global en superficie, registrado como tendencia lineal de 100 años, actualizada (1906-2005) (IPCC, 2007) sugiere que estos valores irán ascendiendo correspondientemente.

Las figuras 27, 28, 29 y 30 muestran la evolución de la temperatura media estacional de superficie en la Provincia de Buenos Aires y permiten la comparación de la evolución del sitio Ramsar con el resto de la provincia. A este fin se han considerado las observaciones disponibles en el Observatorio Central Buenos Aires (1862-2005), Ezeiza (1950-2010), Junín (1930-2010), Pehuajó (1951-2010), Azul (1930-1997), Punta Indio (1977-2005) y Dolores (1930-2010). En su mayoría, los datos utilizados se obtuvieron de archivos de observaciones meteorológicas internacionales. En particular se utilizó la información disponible en el centro de datos meteorológicos “Climate Explorer” del KNMI (Real Instituto Meteorológico de Holanda), que dispone de las series más completas de la zona en estudio. Los datos de las estaciones meteorológicas de General Lavalle y San

Bernardo, fueron aportados por la autoridad del Municipio de San Clemente del Tuyú (Sr Bernardo Beade). Lamentablemente en varias de estas series se observan datos faltantes, hecho que limita los posibles análisis que se pueden realizar con estas series de temperatura. Debido a la ausencia de datos locales,se utilizaron las temperaturas registradas en la estación meteorológica de Dolores, También, aunque en menor grado, la temperatura registrada Punta Indio, que muestra demasiados faltantes de datos,por lo antes mencionado, esos datos fueron evaluados como representativos para el área de estudio. Los gráficos incluyen líneas de tendencia indicativas pero que no deben considerarse como estadísticamente significantes.

Para el periodo de otoño (Figura 27), definido por el promedio marzo-abril-mayo, se observa un importante incremento de temperatura para el Observatorio Central Buenos Aires, a lo largo de prácticamente 150 años. Como se señala anteriormente este cambio estaría respondiendo tanto al proceso de calentamiento global como a incrementos inducidos por los cambios edilicios y de vegetación en la Ciudad de Buenos Aires (efecto isla de calor urbana) con un incremente del orden de 2°C. En esta serie se puede observar la presencia de una importante variabilidad interanual, así como variación de baja frecuencia, con periodos decádicos. Ezeiza, en un periodo mucho más corto presenta una tendencia similar, probablemente también por efecto urbano al estar dentro del área de influencia de la Ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires. Salvo Pehuajó, las demás estaciones no presentan una tendencia durante el periodo observado para esta época del año.

Durante la estación invernal (junio-julio-agosto, Figura 28), se observa una mayor diferencia de comportamientos de una estación a otra. La Ciudad de Buenos Aires y Ezeiza mantienen un comportamiento homogéneo con un incremento sostenido de la temperatura, así como Pehuajó y Azul. Junín y Dolores presentan posibles disminuciones para esta época del año, aunque para Dolores esta disminución parecería menor y probablemente no estadísticamente significativa. De todos modos se observa en todas las estaciones, con excepción del área metropolitana, importantes picos de medias bastante más bajas que la tendencia con una recurrencia interdecádica. Estos mínimos ocurren homogéneamente en toda la extensión de la provincia, aunque son mucho menos marcados en la zona metropolitana, como es de esperar por los efectos urbanos.

Durante la primavera (septiembre-octubre-noviembre) la Figura 29 indica una tendencia al incremento de temperatura, de mayor o menor grado en todas las estaciones. Los mayores cambios siguen observándose en el área metropolitana como es de esperar. En el resto de la provincia las variaciones y los cambios son más homogéneos. Esto tiene que ver con el hecho que el final del invierno y la primavera son periodos de gran actividad sinóptica en el Hemisferio Sur y por lo tanto estos procesos tienden a una respuesta media de la temperatura más homogénea. Cabe señalar que en estudios de tropopausa, que indican la posición del jet subtropical (por ej., Yuchechen, 2009, Bischoff

*et al.,*2007, Canziani *et al.,* 2002) se observa que las variaciones en la posición del jet que separa las masas de aire de latitudes medias de aquellas subtropicales, tiende a ser más fluctuante en las últimas décadas, o sea con mayor variabilidad, adelantando en algunos años la intrusión de masas de aire cálido al final del invierno, sobre la provincia.

En el verano (diciembre-enero-febrero, Figura 30) se observa una tendencia al incremento de temperaturas en la región metropolitana y Pehuajó. Pero en el resto de las estaciones no se observa tendencia alguna. En líneas generales esta moderación del calentamiento en las últimas décadas en la Provincia de Buenos Aires, tiene probablemente que ver con la influencia que tienen las cuencas oceánicas en las temperaturas del sur de Sudamérica, a diferencia de otras zonas donde la continentalidad da pie a mayores excursiones y perturbaciones térmicas.

La magnitud y cambio anual de las variaciones diarias, periódicas y aperiódicas, son funciones de factores autónomos y alóctonos del clima. De acuerdo a como se complementen o contrapongan, el uno al otro, las variaciones medias diarias aperiódicas pueden alcanzar valores de 24º C, o sólo de 5ºC. Asimismo, estas variaciones dependen de las condiciones de la temperie y de la estación del año, en las cuales se han observado los valores extremos.

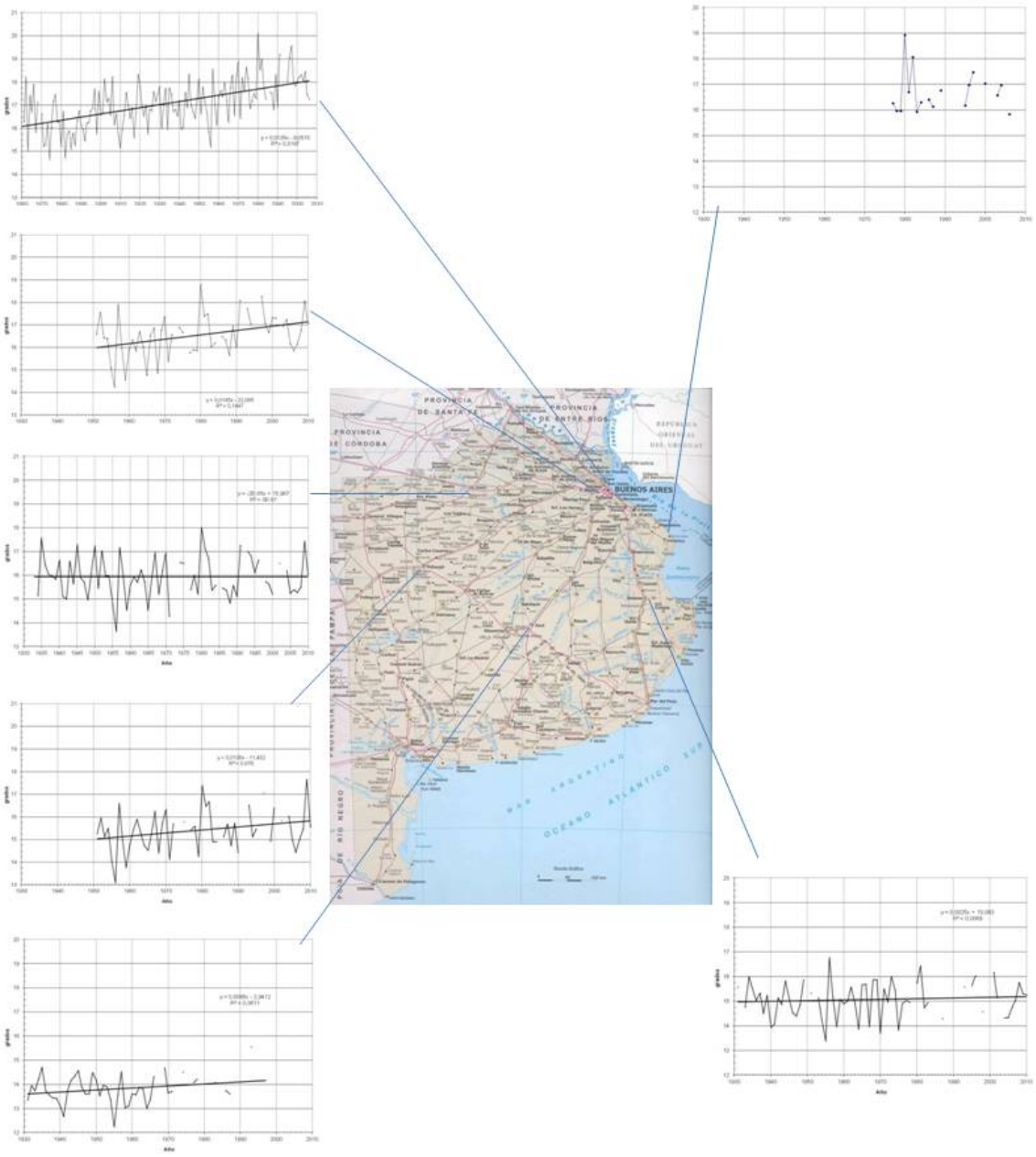


Figura 27
Temperaturas el periodo de otoño definido por el promedio marzo-abril-mayo.

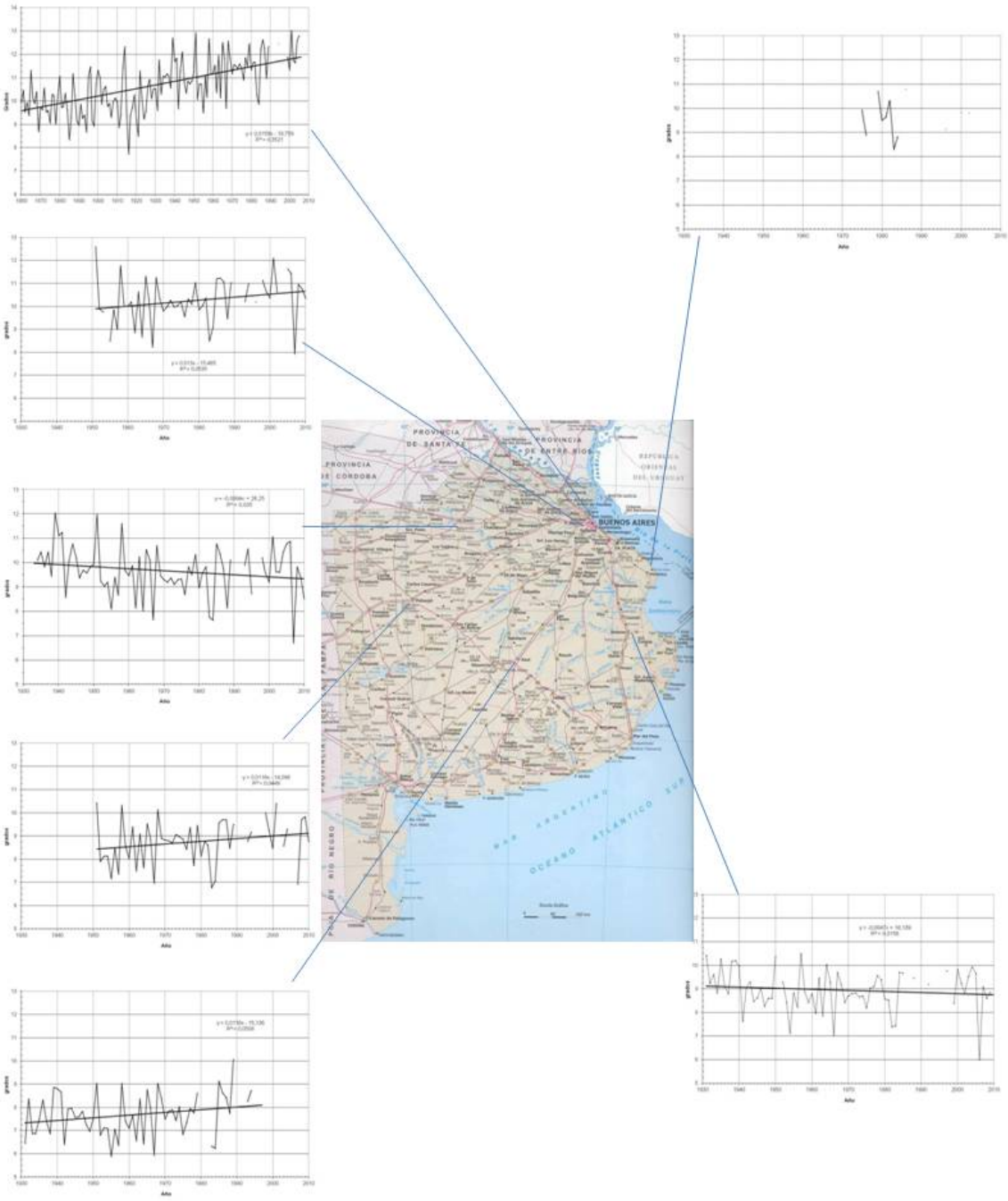


Figura 28
Temperaturas la estación invernal (junio-julio-agosto).

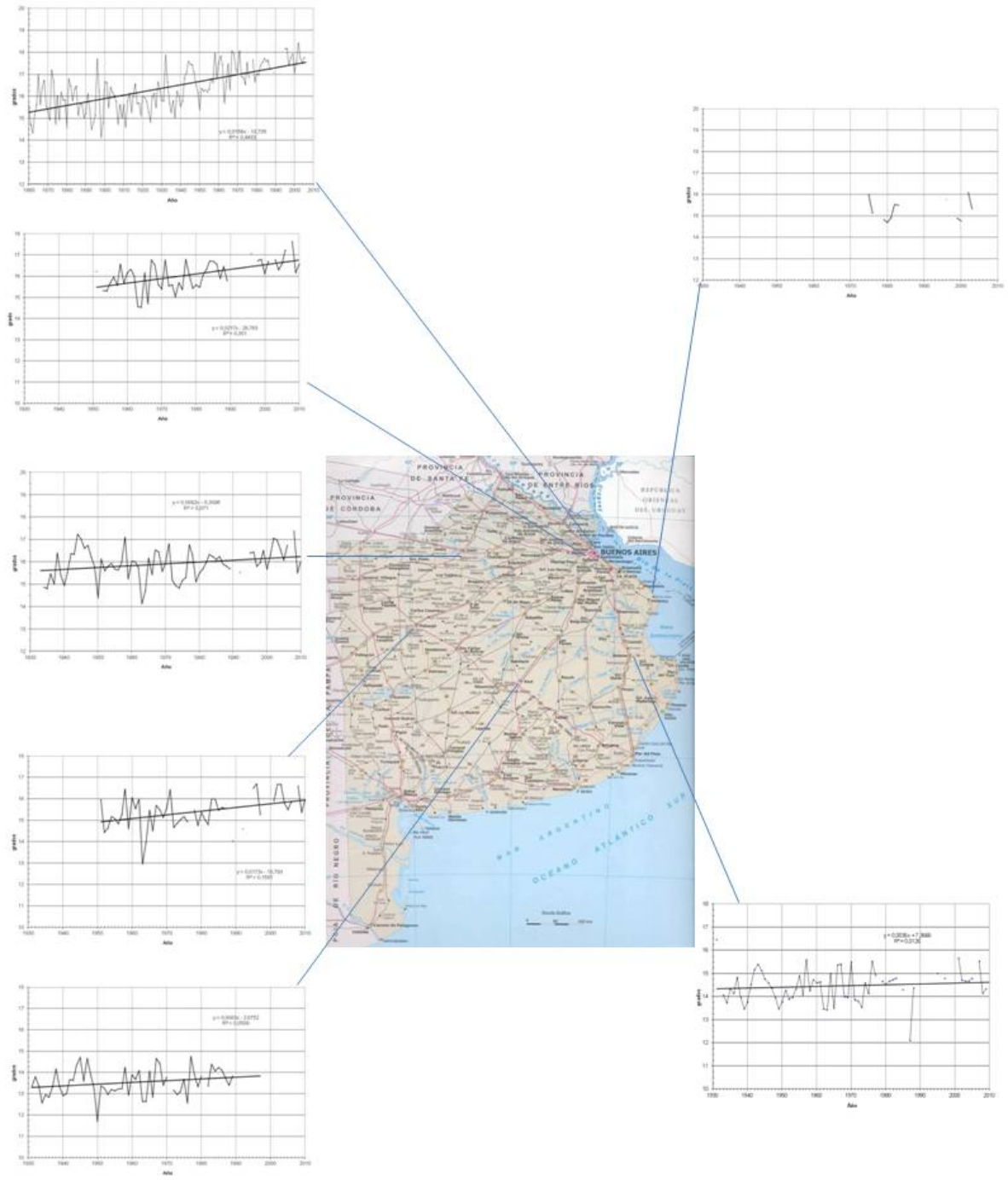


Figura 29
Temperaturas de la primavera (septiembre-octubre-noviembre).

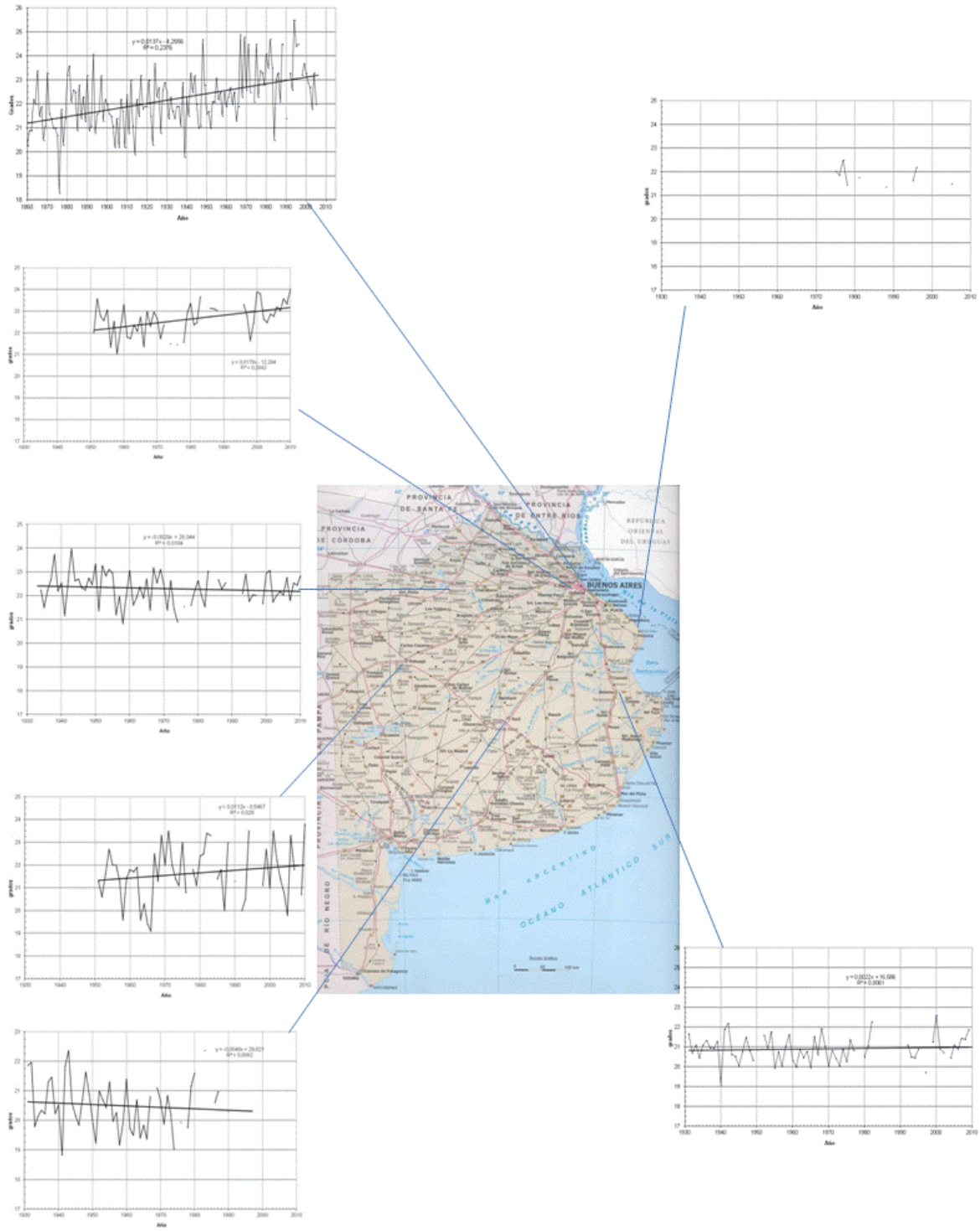


Figura 30
Temperaturas la primavera verano (diciembre-enero-febrero).

Humedad del aire

La humedad del aire es un factor de importancia en todos los procesos atmosféricos. Su importancia depende de la concentración de vapor de agua en una masa de aire seco. Los cambios del contenido de humedad en el aire son percibidos de varias maneras, tanto a través de los hidrometeoros niebla, lluvia, nieve, granizo, rocío, escarcha, etc, como por sus efectos sobre el confort y la salud humana (WMO, 1976)

Cuando el aire seco recibe vapor de agua, se lo denomina aire húmedo y su contenido de humedad puede ser aumentado hasta alcanzar la saturación. Esto es hasta alcanzar la cantidad de vapor que, a una temperatura dada, puede ser retenida por una masa de aire en equilibrio con una superficie plana de agua o hielo. En condiciones de laboratorio, una vez excedida esa cantidad, el vapor de agua excedente se condensa en forma de gotitas o se congela, en cristales de hielo, según sea la temperatura ambiental.

La necesidad de las actividades humanas que, en muchos casos requieren información meteorológica inmediata, originó el concepto de humedad relativa, "variable" más fácil de determinar en una estación de observación de la temperie. La introducción de variable entre comillas surge del hecho que es una variable muy particular que, considerada aisladamente no representa al hecho ambiental con el que está relacionada.

En efecto, la humedad absoluta de saturación, de una masa de aire a 0º, es de 4,847 gramos por metro cúbico de aire. Si el contenido de humedad de esa masa es 2,423 g/m^3, la humedad relativa es del 50 %. Para una masa de aire a 40º C, la saturación se alcanza con 51,19 gramos de vapor de agua por metro cúbico de aire seco. Esto significa que, si el contenido de vapor de agua fuese de 25,59 g/m^3, la humedad relativa sería también del 50 %.

La diferencia entre 25,59 y 2,423, de unos 23 g/m^3 muestra que, en los procesos atmosféricos, particularmente en los cambios de fase, el juego de energía es diferente. En un proceso de condensación del vapor de agua, llegado al nivel de saturación, serían por ejemplo, una entrega de 13.800 calorías gramo, contra unas 1.300 cal g., aproximadamente el 10% de la cantidad de energía a mayor temperatura. De todas maneras, la información estadística indica que, para la zona de inserción del sitio Ramsar Bahía Samborombón, bajo la influencia del Río de la Plata y la corriente cálida de Brasil, la humedad relativa es elevada, del orden del 75 a 80 %.

De todas maneras, las Tablas Meteorológicas de Smithsonian (1971) y otras proveen la información que pudiera requerirse, en estudios sobre la condensación del vapor de agua, en la atmósfera. Las fuentes regionales de la humedad atmosférica del sitio Ramsar son las masas de aire tropical, provenientes de las regiones tropicales húmedas de Brasil y las tierras bajas de Bolivia, las áreas de las cuencas que conforman el

estuario del Plata, particularmente en las circunstancias del cambio climático, el propio Océano Atlántico Sur. Evidentemente, la zona costera y la Pampa deprimida del Salado son húmedas por el aporte de las fuentes mencionadas y por la cantidad de lagos, humedales y reservorios de la región. La tensión de vapor media, en el sitio, se evalúa entre 15 y 16 milibares (unos 12 milímetros de Hg).

La humedad atmosférica suele condensarse en forma de rocío sobre superficies frías. Es un proceso típico en masas de aire proveniente del norte o de aire húmedo proveniente del mar.

Temperatura y humedad del suelo

Un análisis del impacto de cambio climático sobre el ambiente no puede omitir la consideración de la trascendencia de la temperatura y la humedad del suelo. Lamentablemente, la degradación de los servicios meteorológicos, muy particularmente en los países en vías de desarrollo, como es el caso de Argentina, agrega un factor negativo atoda actividad orientada a la adaptación de las actividades agrícolas derivado de las condiciones extremas crecientes, que muestran la temperie y el clima en el actual proceso de cambio del sistema climático.

En este contexto, es oportuno destacar que, al menos en el área de la agricultura, el Instituto Nacional de Tecnología Agrícola (INTA), desde su creación, en 1956, ha desarrollado tareas importantes para las actividades productivas de la región. Por ello, como se menciona más adelante, los municipios del sitio Ramsar y sus adyacencias deben cooperar con las actividades del INTA y las del Servicio Meteorológica Nacional, en todo lo relativo a instalaciones y servicios de naturaleza meteorológica e hidrológica.

La medición y determinación de las variables en consideración permitirá estimar mejor las características básicas de los suelos que afectan a las plantas, tanto para fines agrícolas como para la protección de los ecosistemas naturales. Además, permiten definir los períodos apropiados de siembra y cosecha.

En cuanto hace a las actividades del campo, las variables y la información agrometeorológica de interés incluyen a la temperatura del aire sobre el suelo y en profundidad, la insolación, humedad del aire y el suelo, evaporación y evapotranspiración, heladas (frecuencia, intensidad, período de inicio y terminación), precipitación, estado de encharcamiento y, lógicamente condiciones conducentes a inundaciones. Condiciones netamente vinculadas a las condiciones atmosféricas y el entorno, así como otras de interés biológico que, como la aireación de suelos, fertilidad, profundidad, textura y cantidad de piedras, acidez, salinidad y toxicidad, capa de cultivo, etc, son las componentes biológicas y químicas necesarias para la inserción, desarrollo y cultivo de especies agrícolas, como para el mantenimiento de los recursos y servicios de los ecosistemas naturales. Estas últimas variables no requieren el mantenimiento de

estaciones o puestos de observación permanentes o cuasi-permanentes como las que involucran a variables dependientes de los procesos atmosféricos que definen las condiciones variables de la temperie y al clima, hoy modificadas por el cambio climático global y sus implicaciones regionales.

En este contexto es oportuno destacar que la determinación de las temperaturas del suelo en distintas profundidades tiene un valor agregado en cuanto hace a la disponibilidad de la energía renovable que puede extraer de los suelos, para acondicionar ambientes, mediante formas de energía geotérmica de baja intensidad, en zonas no volcánicas.

Enfocando la cuestión de las temperaturas del suelo, es bien conocido son pocos son los sitios con estaciones agrometeorológicas que provean esta información. Sin embargo, hace décadas, las temperaturas del suelo fueron medidas en, aproximadamente, 120 estaciones, durante un intervalo de 20 años. A pesar de ello sólo se dispone de valores medios de unas pocas estaciones, para el período 1941-1950 (Prohaska, 1976). La realización de observaciones de temperatura del suelo es una medida que puede ofrecer posibilidad de desarrollo al agro y a la industria, mediante la realización de procesos de secado, deshidratación, invernaderos, criaderos, calefacción, entre otras.

Si bien, como puede esperarse, las zonas climáticas principales también pueden percibirse en las temperaturas del suelo, hasta unos pocos metros de profundidad, es oportuno destacar que los suelos desprovistos de vegetación y más secos, así como las condiciones de climas cálidos, hacen que los promedios de temperaturas anuales del suelo excedan los valores medios de la temperatura del aire encima (medida en los clásicos abrigos meteorológicos). Cuanto más húmedo y / o más frío es el aire y más densa la vegetación, menor es la diferencia entre las dos variables medias. Es oportuno destacar que el desfasaje temporal de la variación anual a 50 cm de profundidad es tan pequeño que los valores extremos coinciden, en Enero y Julio, con la temperatura del aire. A una profundidad de 1 metro aparece un desplazamiento de fase, de manera que los extremos se demoran hasta Febrero y Julio o Agosto, respectivamente. A profundidades de 2 y 3 metros, se puede apreciar una diferencia apreciable entre las zonas áridas y húmedas.

Para el sitio Ramsar, considerado como húmedo, podemos estimar que las máximas a 2 m de profundidad se distribuyen entre Febrero y Marzo y que, a 3 m se encuentran en Abril. Las temperaturas mínimas a 2 m están desplazadas a Septiembre, mientras que a 3 m lo hacen a Octubre. En Buenos Aires, donde se dispuso de mediciones a mayores profundidades, el desplazamiento de fase, para temperaturas medidas a 5 metros de profundidad, alcanza a seis meses. Las características de la curva anual varían de

acuerdo a las propiedades del suelo (espesor y tipo del horizonte del suelo) y del subsuelo.

Heladas

La temperatura del suelo juega un papel importante en la adaptación y productividad de los cultivos. Por ello, el calentamiento terrestre puede favorecer la siembra temprana de algunos cultivos (por ejemplo, maíz), por la reducción del período de heladas tardías. Lamentablemente, no se dispone de información sobre los cambios que se han producido en los valores de época de ocurrencia, intensidad y duración de las heladas, así como en modificaciones en la definición de los niveles térmicos de daño, en diversas especies, cuyas condiciones de resiliencia frente al cambio climático deben ser consideradas. Estas cuestiones incumben a la caracterización agroclimática de las heladas.

En efecto, desde un punto de vista meramente meteorológico, una helada se produce cuando la temperatura del aire, medida en una casilla meteorológica alcanza valores iguales o menores a 0º C. En esas casillas, el bulbo del termómetro está ubicado entre 1,50 y 2 metros de altura. En cambio, en el agro, se trata de una contingencia que ocurre cuando la temperatura del aire desciende a temperaturas tan bajas que producen la muerte de las plantas, es decir, cuando se produce la muerte de tejidos vegetales por efecto del frío. Las particularidades agroclimáticas de las heladas pueden obtenerse en el texto sobre Heladas en la Argentina (Burgos, 1963).

En cuanto a los procesos atmosféricos que generan heladas, la clasificación meteorológica identifica heladas por:

- radiación y
- advección

Las heladas por radiación se deben al enfriamiento progresivo del suelo, por radiación del calor, particularmente en noches frías, con cielos despejados y escasa humedad absoluta del aire. Las heladas por advección son producidas por la invasión de corrientes de aire de origen polar, procedentes del Pacífico sur y, en algunos casos, del continente Antártico. Un caso interesante se registró en 1951, cuando una masa de aire frío, procedente de la Antártida, invadió el extremo sur de América del Sur, afectando inclusive a la Ciudad de Río de Janeiro, con temperaturas del orden de 0º C.

Con respecto a estos procesos adversos para las actividades agrícolas, el desarrollo de estaciones de observación y las coordinaciones de las partes interesadas de cada municipio, con la Autoridad Meteorológica Nacional y, de manera particular con el INTA, permitirá actualizar las tablas de heladas frente a los cambios que resultan del calentamiento terrestre.

Precipitación

Las isoyetas correspondientes ubican al sitio Ramsar y sus adyacencias entre los valores de 800 a 900 milímetros de precipitación anual media. Sin embargo, de acuerdo con la referencia incluida en el Informe “Fortaleciendo las Capacidades de la Gestión de los Recursos Naturales en la Bahía Samborombón (Giaccardi, 2012), las precipitaciones registradas en los primeros diez años del siglo 21 muestran un aumento compatible con los efectos previstos del calentamiento terrestre. En esa década, los valores representativos de la zona dan un valor anual medio, para esa década de aproximadamente 990 milímetros. La tabla 6 muestra los valores medios, máximos y mínimos mensuales provistos por esa misma fuente.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media	108	123	114	69	54	53	63	72	62	101	106	69
Máxima	233	210	330	133	122	107	121	132	120	251	181	191
Año	2005	2010	2002	2007	2002	2010	2010	2004	2001	2001	2003	2006
Mínima	1	49	36	9	14	8	28	13	15	35	34	3
Año	2009	2005	2003	2005	2006	2002	2007	2008	2008	2004	2008	2008

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D.
115	77	68	79	40	73	62	79	91	82	65	61
2/0	23/0	29/0	14/1	23/1	14/1	21/0	23/0	30/0	1/0	23/0	29/0
8	6	2	0	0	0	9	5	1	1	1	6

Tabla 6
Valores medios, máximos y mínimos de las precipitaciones mensuales de un periodo de 10 años, representativas de las precipitaciones en el sitio Ramsar y adyacencias ,para la primera década del siglo 21, aproximadas al mm.

En este contexto, es interesante observar que en el comienzo del período de inundaciones que asoló a la Provincia de Buenos Aires en el año 1985, las precipitaciones mensuales comenzaron a mostrar intensidades elevadas, con incrementos de hasta 340 %, respecto de los totales bimestrales promedio. La grave situación hídrica condujo a la realización de un Convenio entre los Ministerios de Obras y Servicios Públicos de la Nación y de la Provincia, cuyo objetivo fue la elaboración de unos “Lineamientos Generales y Regionales para un Plan Maestro de Ordenamiento Hídrico del Territorio Bonaerense” (1987).

Las precipitaciones han aumentado en intensidad y frecuencia particularmente a partir de 1985, así lo evaluó el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, delGrupo de Trabajo 1, sobre Física del Cambio Climático. La Tabla 7 destaca los principales cambios en los

fenómenos climáticos observados a nivel mundial. Entre ellos se destaca el incremento en eventos extremos de precipitación.

Fenómeno y Tendencia	Probabilidad que la Tendencia ocurriera a fines de siglo XX (post 1960)	Probabilidad de la contribución humana a la tendencia	Probabilidad de tendencias futuras basadas en proyecciones para el siglo XXI (SRES)
Días más calidos y días menos fríos en la mayoría de los continentes	Muy probable	Probable	Virtualmente Cierto
Días y noches más cálidos y días tórridos más frecuentes en la mayoría de áreas terrestres	Muy probable	Probable (en las noches)	Virtualmente Cierto
Periodos cálidos y olas de calor. Frecuencia creciente sobre la mayoría de áreas terrestres	Probable	Mas probable que no	Muy probable

Tabla 7
a. Tendencia de los diferentes fenómenos climáticos

Fenómeno y Tendencia	Probabilidad que la Tendencia ocurriera a fines de siglo XX (post 1960)	Probabilidad de la contribución humana a la tendencia	Probabilidad de tendencias futuras basadas en proyecciones para el siglo XXI (SRES)
Eventos de precipita-ciones intensas . Su frecuencia (o propor ción de la lluvia total en forma de caídas intensas), aumento en la mayoría de las áreas	Probable	Mas probable que no	Muy Probable
Aumento de las áreas afectadas por sequías	Probable en muchas regiones desde 1970	Mas probable que no	Probable
Aumento de la actividad de ciclones tropicales intensos	Probable en muchas regiones desde 1970	Mas probable que no	Probable
Aumento en la incidencia de eventos extremos de nivel del mar alto (excluidos los tsunamis)	Probable	Mas probable que no	Probable

Tabla 7 b. Tendencia de los diferentes fenómenos climáticos

Con el objeto de suministrar información sobre la importancia de las precipitaciones, que iniciaron un período “húmedo”, con serias consecuencias sociales y económicas para la provincia de Buenos Aires se estudian diferentes registros de estaciones meteorológicas

cercanas al sitio de estudio. Esto se puede observar en la Estación Meteorológica de Dolores, que en cuanto a precipitaciones, sus mediciones son representativas de eventos similares que pueden registrarse en el sitio Ramsar, en las distintas condiciones meteorológicas, particularmente en las condiciones extremas, que exacerba el cambio climático.

La Tabla 8 pone en evidencia el cambio registrado en ocasión del comienzo del período "húmedo", en la provincia de Buenos Aires, en 1985.

Total Octubre	Total Noviembre	Total Bimestre	Media biemetral	Porcentaje
179,7	398,6	578,3	170	340 %

Tabla 8
Comparación de las precipitaciones bimestrales, correspondientes a los meses Octubre y Noviembre de 1985, con los valores medios bimestrales correspondientes, Estación Meteorológica de Dolores.

La figura 31muestra otro caso extremo, cuando una tormenta registrada en abril de 1993, afectó a la ciudad de Dolores. La figura 32 muestra el balance para un valor de saturación del suelo de 200 milímetros.

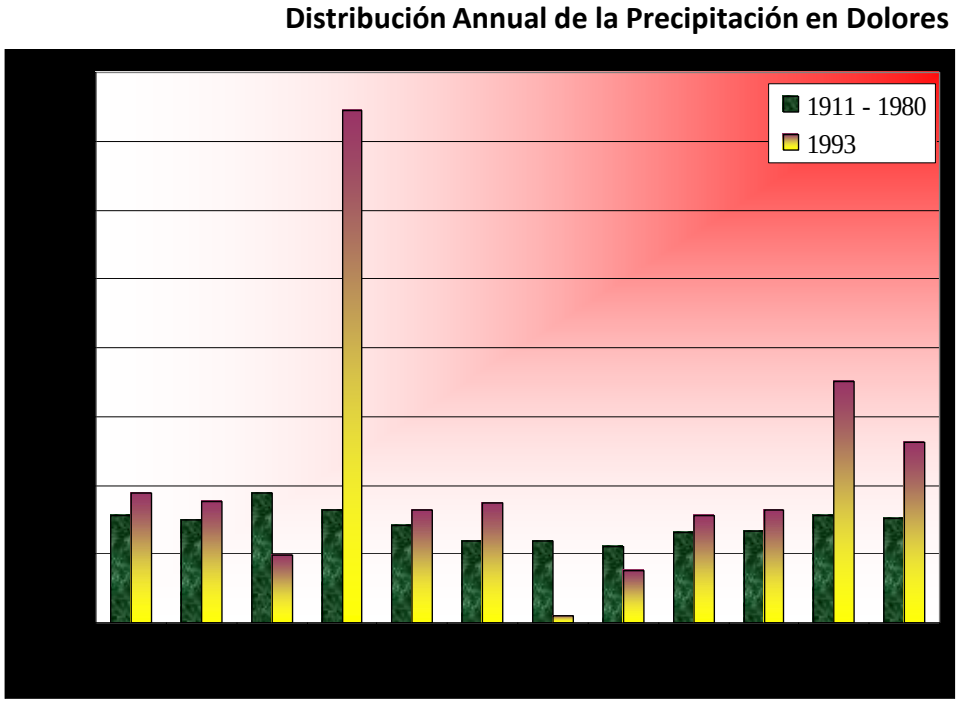


Figura 31
Precipitación en Dolores Abril 1993.

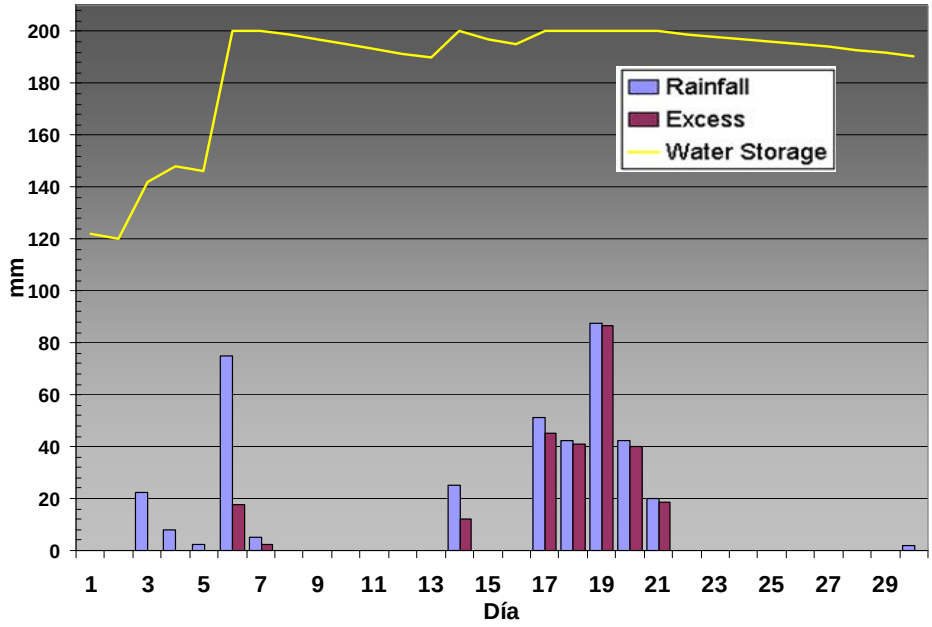


Figura 32
Balance hídrico y saturación del suelo.

Los histogramas a continuación muestran el cambio en la intensidad de las precipitaciones sobre la provincia de Buenos Aires, desde el inicio del período "húmedo".

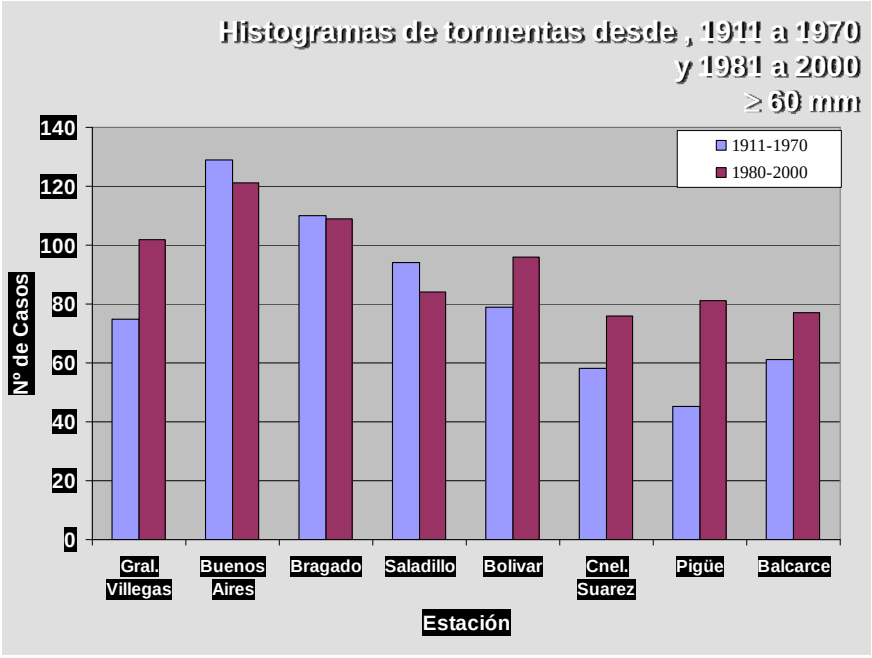


Figura 33
Histogramas de la cantidad de tormentas de más de 60mm en estaciones de la Provincia de Buenos Aires, para los periodos 1911-1970 y 1980-2000.

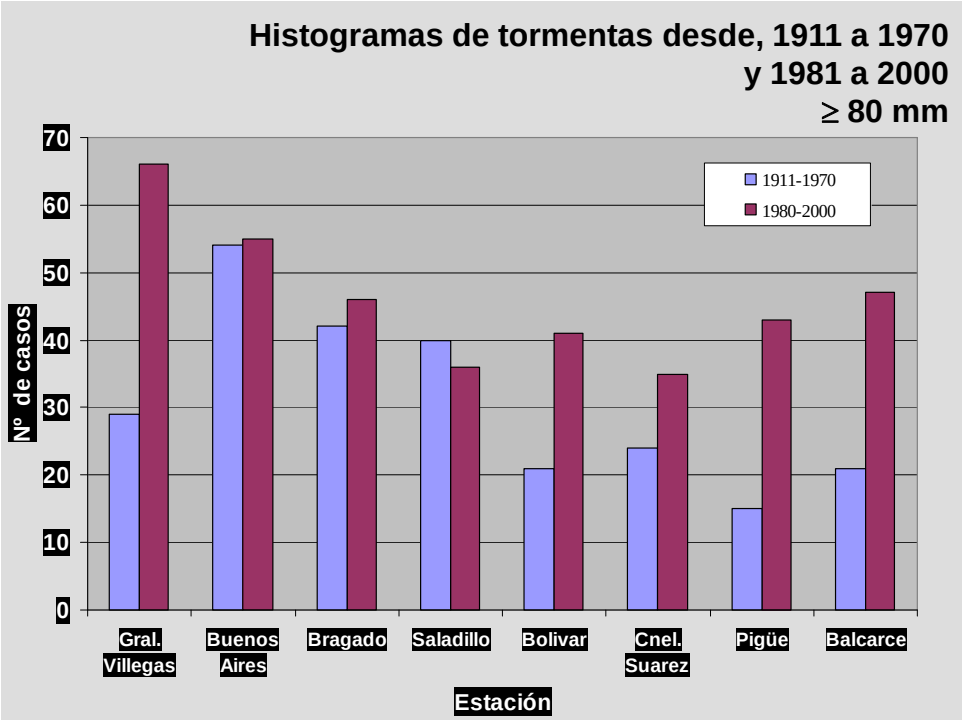


Figura 34
Histogramas de la cantidad de tormentas de más de 80mm en estaciones de la Provincia de Buenos Aires, para los periodos 1911-1970 y 1980-2000.

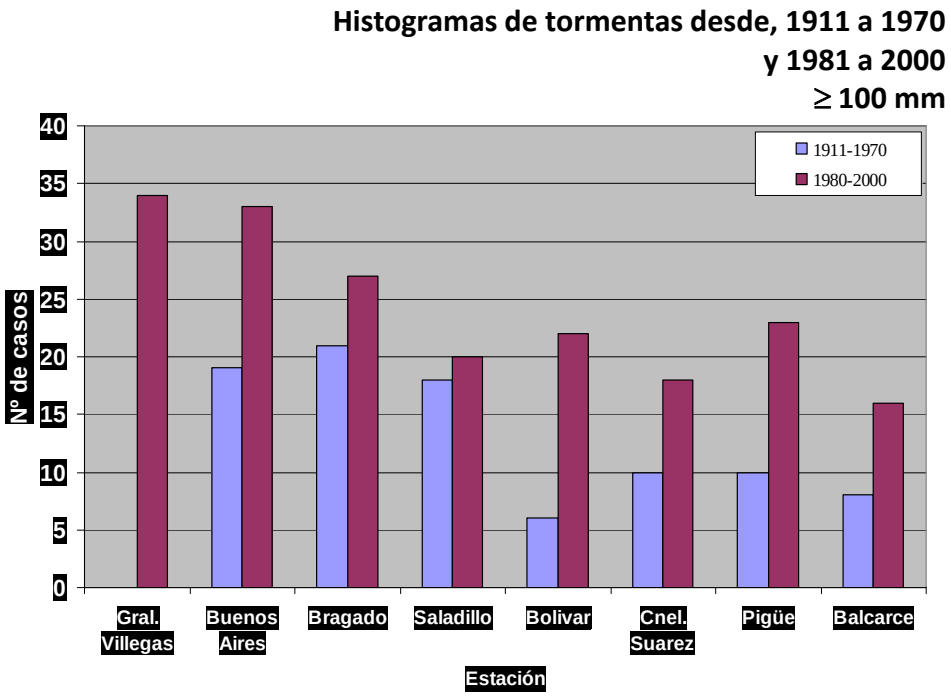


Figura 35
Histogramas de la cantidad de tormentas de más de 100mm en estaciones de la Provincia de Buenos Aires, para los periodos 1911-1970 y 1980-2000.

El estudio de las variaciones históricas de la precipitación estacional en estaciones de la provincia de Buenos Aires nos permite evaluar cómo está cambiando la precipitación en el sitio Ramsar y además ver si estos cambios en una zona costera tienen o no que ver con los cambios observados en el resto de la provincia. En este caso se consideran datos de precipitación de Buenos Aires, Ezeiza, Punta Indio, Junín, Pehuajó, Azul, Dolores, Gral. Lavalle, Rincón de Ajó y San Bernardo. En primera aproximación se observa, como era de esperar, una mayor variabilidad espacial, tanto en la precipitación estacional en cada año como en la tendencia.

La precipitación de otoño (Figura 36), representada por la precipitación media para los meses de marzo-abril-mayo, presenta distintas tendencias que van desde un incremento en Buenos Aires, Pehuajó, Azul y Punta Indio, pasando por tendencias nulas o cuasi nulas, en Junín, Dolores, y San Bernardo. Podría pensarse en primera instancia en una tendencia negativa en Gral. Lavalle pero esta serie es demasiado corta para realizar tal inferencia. De todos modos cabe recordar que estas tendencias se señalan solamente a título cualitativo, como para las temperaturas. En las series más completas es posible detectar la importante variación interanual con algunos años con precipitación casi nula y años extremos. Es importante observar que los años extremos tienen una variación interdecádica bastante marcada.

Las precipitaciones de invierno (Figura 37), son para todas las estaciones las menores del ciclo anual como era de esperar. Salvo la Ciudad de Buenos Aires, todas exhiben una posible tendencia a la disminución de las precipitaciones en esta época del año. Probablemente el incremente de precipitaciones en esta mega-urbe deba asociarse con efectos de la isla de calor y con las consecuencias de una mayor superficie impermeable sobre el suelo, y quizás también con cambios orográficos introducidos por la creciente cantidad de edificios de gran altura concentrados en algunos barrios de la ciudad. Tampoco se observan, salvo excepciones, grandes picos de precipitación en algún año en particular. El riesgo de inundación o de evento extremo por lo tanto sería menor en invierno en los próximos años.

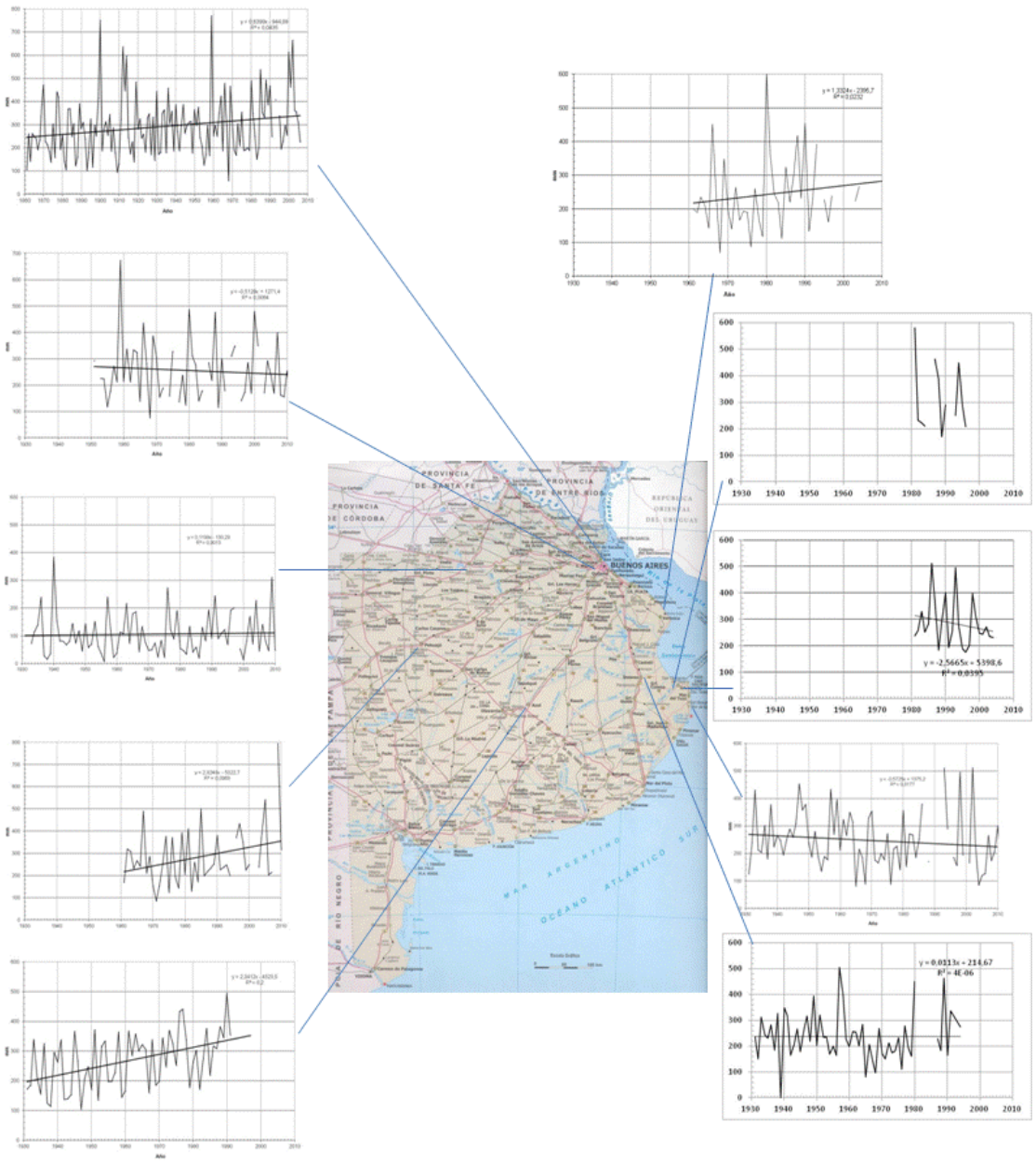


Figura 36
Precipitación acumulada para los meses de marzo-abril-mayo (otoño).

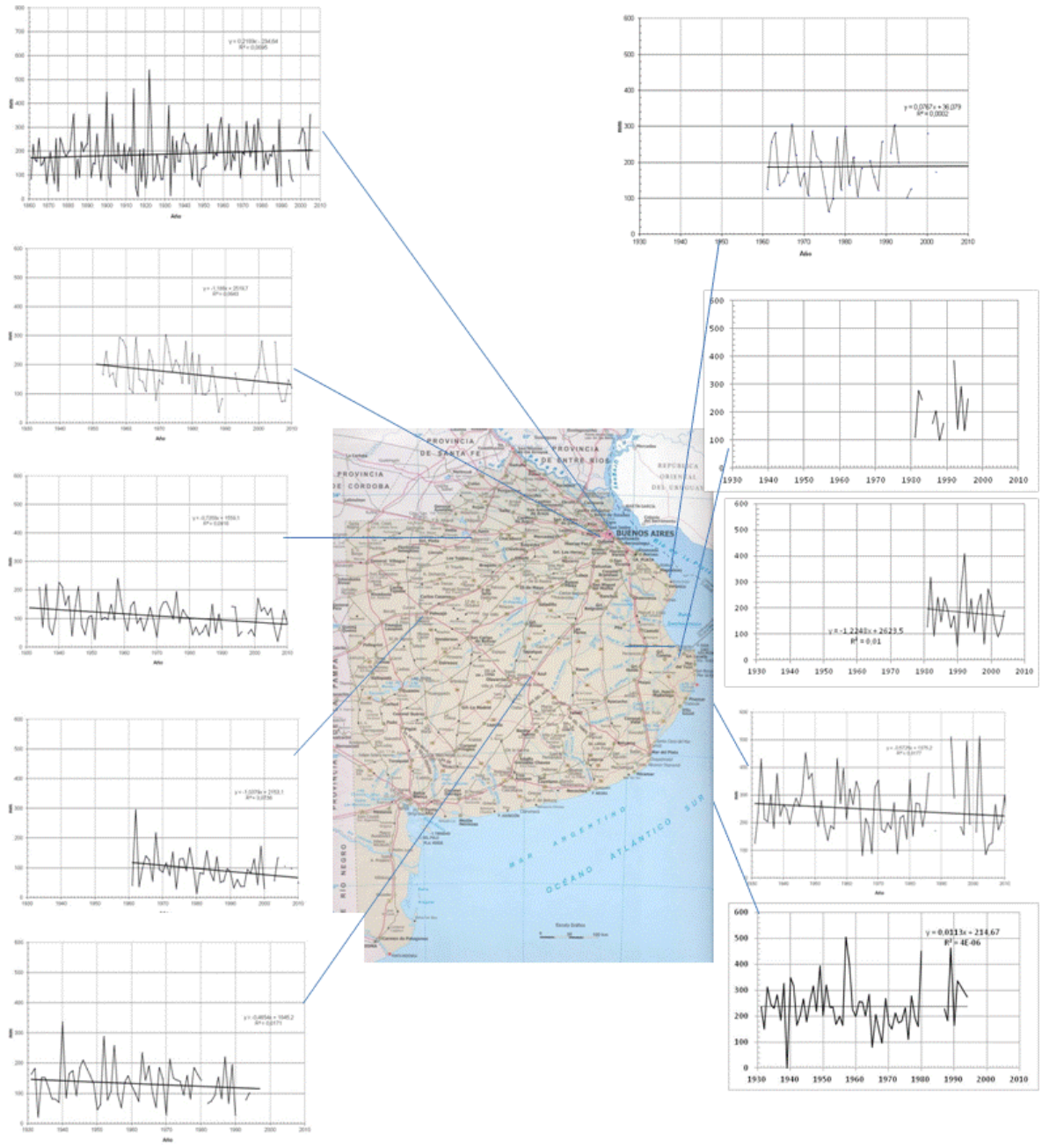


Figura 37
Precipitación acumulada para los meses de julio, julio y agosto (invierno).

Durante la primavera (septiembre-octubre-noviembre, Figura 38) Buenos Aires, Pehuajó y Punta Indio presentan una posible tendencia al incremento en la precipitación estacional. Las demás estaciones no parecen tener una tendencia que se destaque, y nuevamente Gral. Lavalle, con una serie corta pero decreciente no permite inferir tendencia. Las variaciones interanuales son importantes pero en este caso no es posible inferir la presencia de ciclos interanuales o interdecádicos a simple vista.

En verano (diciembre-enero-febrero, Figura 39) la mayoría de las estaciones consideradas presentan una posible tendencia al incremento de precipitaciones. Las únicas que no presentan este comportamiento son Ezeiza, sin tendencia aparente, y nuevamente Gral. Lavalle, con tendencia negativa. Esta tendencia al incremento de las precipitaciones de verano que abarca prácticamente todas las estaciones es acorde con los efectos esperados a partir del corrimiento hacia el sur del jet subtropical. La causade este corrimiento se debe tanto el incremento de los gases de efecto invernadero como a las consecuencias climáticas del agujero de ozono estratosférico antártico (Canziani *et al.,* 2013).

Investigaciones recientes señalan que este incremento de precipitaciones de verano que involucra a la parte oriental de la Cuenca del Plata y la Cuenca de Uruguay, puede deberse en por lo menos un 50% al fenómeno estratosférico inducido por el hombre (Gonzalez, 2013). Dado que se estima que a partir de 2020 se podría comenzar a detectar la recuperación de la capa de ozono, gracias al Protocolo de Montreal y sus Enmiendas parte de este incremento regional de precipitación podría revertirse parcialmente. Sin embargo, queda la duda si esta reversión se verá contrarrestada total o parcialmente por el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero.Aún se desconoce la magnitud de la sinergia entre los cambios climáticos inducidos por el adelgazamiento de la capa de ozono austral con los efectos de la acumulación de gases de efecto invernadero. Tampoco se conoce la magnitud de las medidas que se adopten finalmente en las negociaciones internacionales como para definir mejor esta interacción, y así poder definir de mejor manera la situación futura de esta sinergia propia de esta región del planeta.

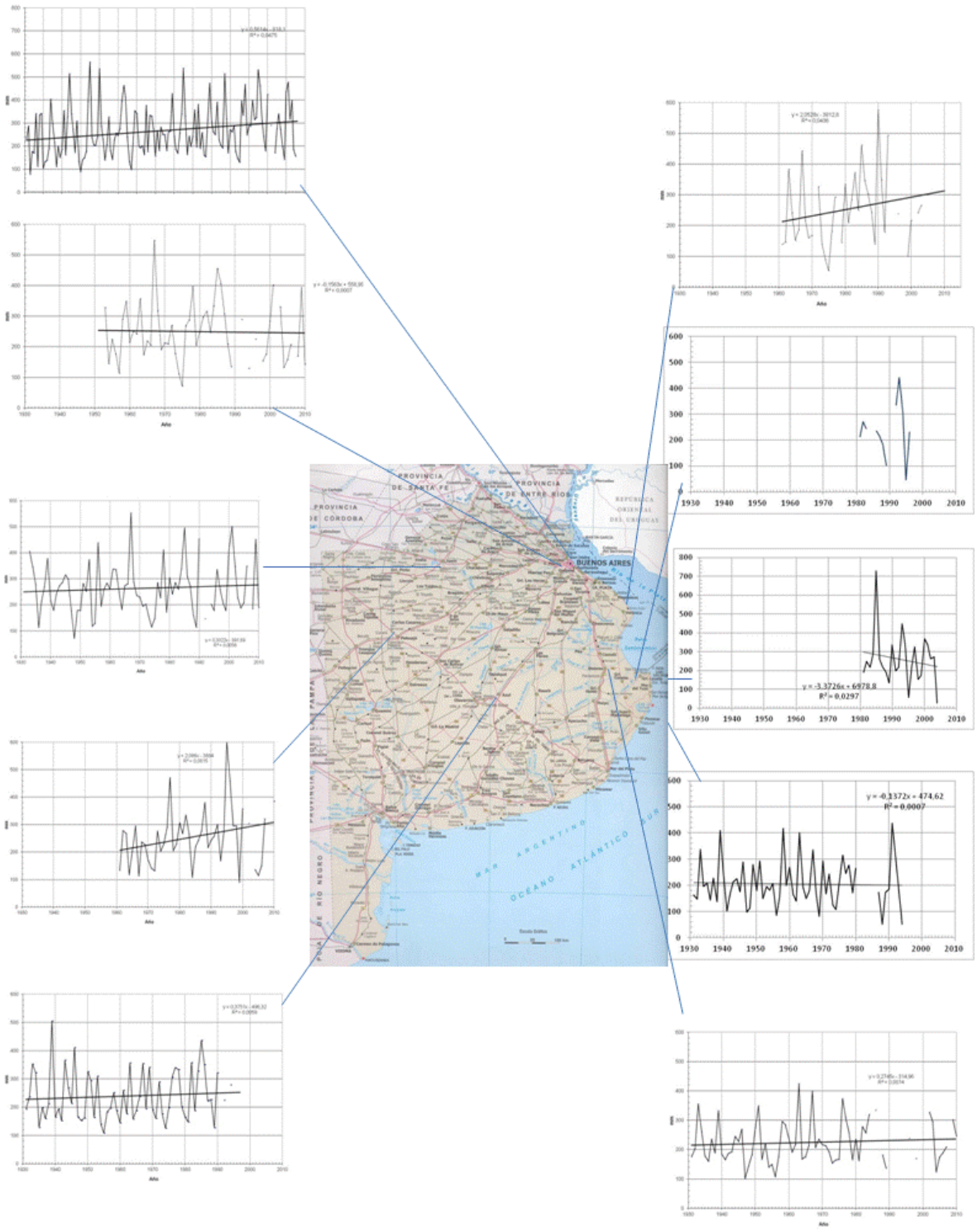


Figura 38
Precipitación acumulada para los meses de septiembre, octubre y noviembre(primavera)

..

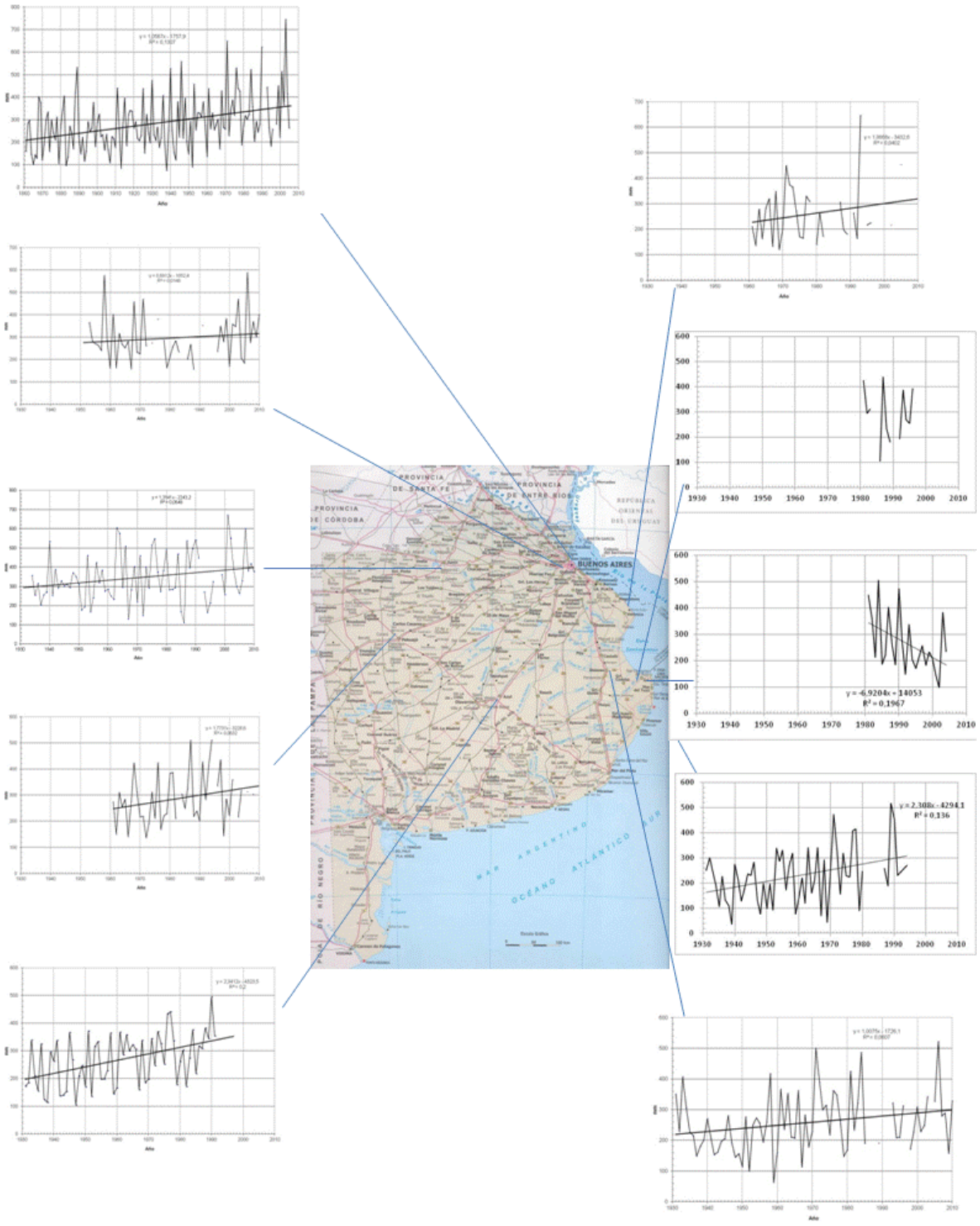


Figura 39
Precipitación acumulada para los meses de diciembre, enero y febrero(verano).

En el mejor de los casos, con un rápido y contundente acuerdo internacional sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, se podría llegar a observar una merma en las precipitaciones o una estabilización en valores de verano cercanos a los actuales. En el peor de los casos, si no se llega a un acuerdo razonable, la recuperación de la capa de ozono sólo daría pie por un tiempo a una tendencia positiva menor de las precipitaciones para luego volver a crecer más rápidamente. Lo que si queda claro es que en invierno y primavera el problema de la capa de ozono no estaría influenciado en clima regional. Aún quedan dudas acerca de los aportes posibles del problema del ozono durante el otoño. Los presentes resultados de precipitación estacional concuerdan con las tendencias medias regionales de las proyecciones de los modelos de cambio climático y los cambios de circulación antes descriptos, en particular durante el otoño, el invierno y la primavera.

La tabla 9 presenta, en la medida de lo posible, dados los faltantes de datos de las series de precipitación, las correlaciones entre algunas de estas estaciones, para estimar la representatividad regional de la variabilidad interanual de las mismas. Correlaciones significativas indican la semejanza de los procesos interanuales que ocurren entre las estaciones correlacionadas. Solamente se realizaron correlaciones en aquellas series que no tuvieran excesiva cantidad de faltantes durante el mismo periodo.

En estas tablas se pueden ver las correlaciones para el otoño, por encima de la diagonal en la tabla 9y para primavera en la segunda, tabla 10, en tanto invierno y verano están por debajo de la diagonal en sus respectivas tablas.

JJA /MAM	Buenos Aires	Azul	Dolores	General Lavalle	San Bernardo
Buenos Aires	-				0,336
Azul		-			0.482
Dolores			-	0,707	0,641
General Lavalle			0,584	-	
San Bernardo	0,336	0,303	0,831		-

Tabla 9
Correlaciones para el otoño(por encima de la diagonal) e invierno (por debajo de la diagonal).

DEF/SON	Buenos Aires	Azul	Dolores	General Lavalle	San Bernardo
Buenos Aires	-				0,595
Azul		-			0,530
Dolores			-	0,890	0,771
General Lavalle			0,880	-	
San Bernardo	0,606	0,554	0,737		-

Tabla 10
Correlaciones para la primavera(por encima de la diagonal) y verano (por debajo de la diagonal).

En líneas generales es posible ver la muy buena correlación en todas las estaciones entre Dolores y Gral. Lavalle, por lo menos durante el periodo de superposición de ambas series. Lo mismo ocurre entre Dolores y San Bernardo. En cambio las correlaciones de estas estaciones con Buenos Aires y Azul si bien pueden indicar cierto grado de semejanza indican que en el mejor de los casos, estas últimas estaciones sólo comparten del orden del 25-27% de la variabilidad entre tanto las estaciones cercanas a la costa comparten del orden del 64% o más. Esto señala que todas las estaciones en vecindad del sitio Ramsar tienen un régimen de precipitación similar, que difiere parcialmente del resto de la provincia. Esto puede deberse a factores tales como la cercanía de estas estaciones al litoral marítimo, con las consecuencias que esto implica.

Por otra parte cabe señalar que aquí nos referimos a que estas estaciones tienen una variabilidad interanual similar. Sin embargo el hecho que Dolores y San Bernardo presenten tendencias o ausencia de las mismas similares, en tanto la corta serie de Gral. Lavalle presente en todos los casos una tendencia negativa, sugiere que esta última estación podría tener una deriva negativa en el registro de precipitación, probablemente por alguna falla operativa o de calibración de la misma. Los pocos datos disponibles para la vecina estación de Rincón de Ajó tampoco permiten corroborar el comportamiento de la estaciónde Gral. Lavalle. Por ello, y dado las correlaciones aquí presentadas, para los estudios de hidrometeorología se utilizan los de Dolores que presentan un buen acuerdo general para describir la variabilidad y tendencia.

Dado que la estación meteorológica de Gral. Lavalle provee datos diarios de precipitación, a pesar del inconveniente antes mencionado, es posible realizar una primera evaluación de los eventos extremos en esa parte del sitio de estudio. A este fin se ha fijado un umbral de precipitación diaria de 60mm, para partir llevar adelante una estimación de ocurrencia de eventos extremos de precipitación. Cabe señalar que sería conveniente contar como mínimo con datos horarios para estimar una tasa de precipitación para poder caracterizar mejor los eventos extremos, pero en su defecto se recurre a la presente aproximación.

Se observa durante el periodo 1981-2004 (Figura40) que hay una importante ocurrencia de eventos de 60mm diarios o más en dicha estación, con picos en 1982 y 1993. Sin embargo la comparación de las variaciones en la ocurrencia de estos eventos con indicadores de la evolución de El Niño-Oscilación Sur (ENOS), como el MEI (Multivariate ENSO Index, http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/) considerada como una de las principales causas de variabilidad interanual en la Cuenca del Plata, indica que la presencia de eventos Niño no es la única causa para eventos extremos.

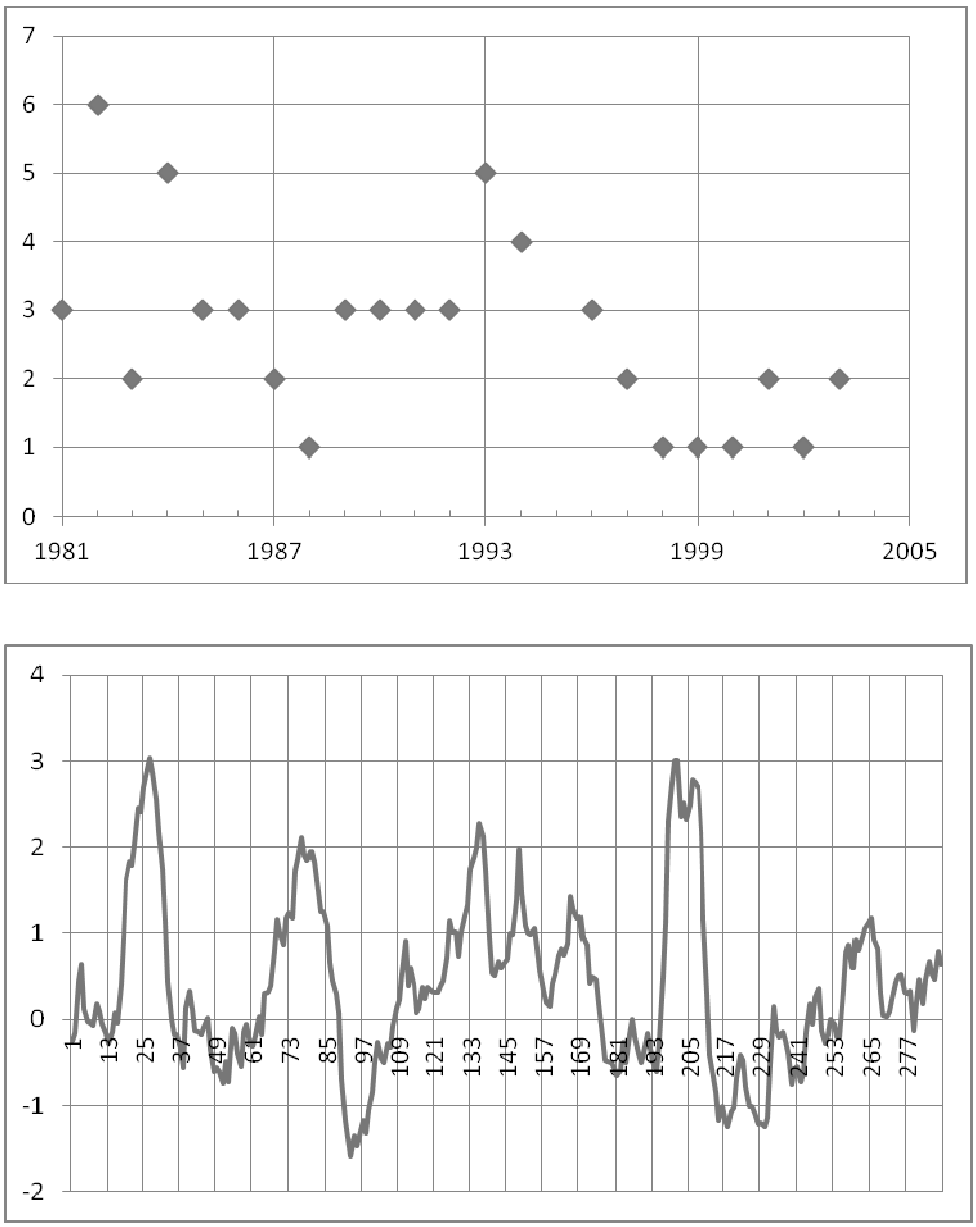


Figura 40
Eventos extremos de precipitación de 60mm o más en 24hrs, en la estación de Gral. Lavalle para el periodo 1981-2004(gráfico superior) y variacion del ENOS según el indice MEI para igual periodo (en meses desde 1/198, gráfico inferior).

A su vez el análisis de la estacionalidad en estos eventos (Figura 41) indica que la probabilidad de ocurrencia de los mismos es baja en julio y agosto, en tanto la mayor cantidad de eventos se concentran en otoño y primavera-verano.

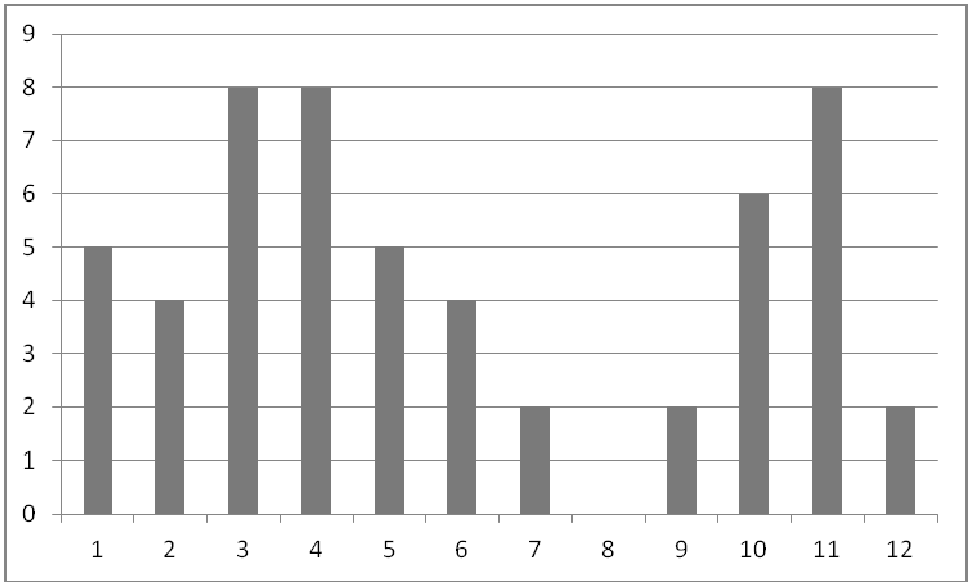


Figura 41
Distribución anual de los eventos extremos de precipitación registrados en Gral. Lavalle durante el periodo 1981-2004.

Análisis hidrometeorológico de la Bahía Samborombón.

El humedal de Bahía Samborombón presenta bajos intermareales, influenciados por el ciclo de mareas, y diferente grado de salinidad, producto de la interacción entre el agua marina y el agua dulce. El agua dulce proviene principalmente del Río de la Plata y de ladescarga de los ríos de la llanura Pampeana como el Río Salado y el Río Samborombón,así como de la desembocadura de canales (Aliviador del Salado, 15, 9, A, 1 y 2 (Figura 42).

Una característica distintiva es la presencia de una entramada red de canales de marea, producto de la geología y geomorfología de la zona. Estos canales actúan como conductos de intercambio de materia y energía entre el ambiente terrestre y el marino. En pleamar, el flujo de marea se interna por los canales hasta aguas arriba, desbordando en las zizigias y formándose un flujo mantiforme, en la bajamar, el flujo marino se retira por los canales, quedando anegadas con agua salobre las áreas más deprimidas. La regresión del flujo durante la bajamar redistribuye en la superficie inundada la materia y energía y las arrastra el estuario. La morfología de la red de canales de marea es dendrítica, similar a las redes de canales en la planicie de inundación de un río de llanura, sin embargo su hidrodinámica es totalmente diferente dado que está sujeta a un flujo de agua bidireccional dos veces al día. Esta particularidad, favorece la deposición, redistribución y retención de los sedimentos y por lo tanto permite la colonización y el establecimiento vegetación adaptada a las particularidades del ambiente.

La magnitud, duración y alcance de las mareas, así como la topografía del terreno permiten dividir al humedal en dos zonas (RAMSAR, 2004):

- La zona superior o alta que es inundada en las pleamares de cuadratura y las zizigias y que puede estar por periodos de más de diez días con exposición atmosférica continúa. Las especies vegetales que habitan esta zona presentan unagran influencia de la ecorregión del pastizal.
- La zona inferior o baja que es inundada dos veces al día con las pleamares, permanece por cortos periodos (dos o tres días consecutivos) expuesta a la atmósfera.

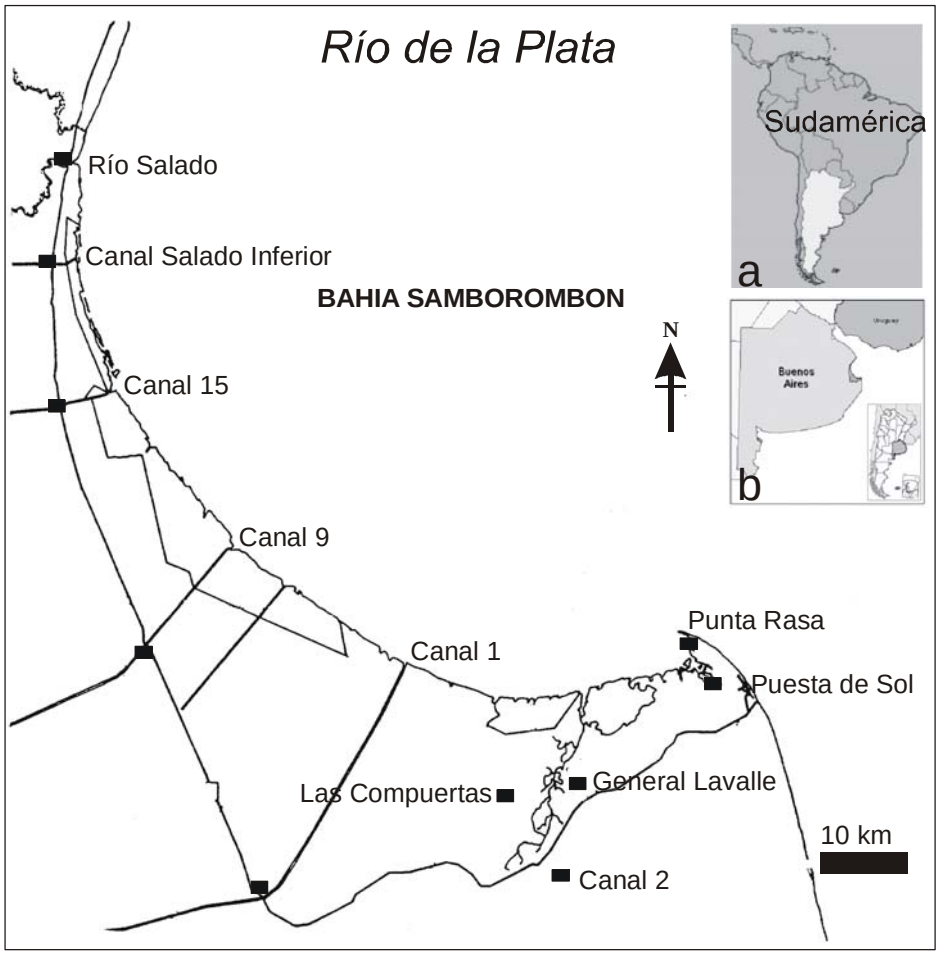


Figura 42
Ubicación de los canales y ríos de la Bahía Samborombón a: Sudamérica, b: Provincia de Buenos Aires. Fuente: Volpedo *et al.* (2005).

Las aguas superficiales que desembocan en la Bahía pertenecen a la vertiente nororiental de la región pampeana y corresponden a los sistemas fluviales tributarios del sector litoral, desde la Bahía Samborombón hasta la Laguna Mar Chiquita. El curso inferior de los principales ríos que descargan sus aguas en la Bahía, como el Río Salado y el Río Samborombón, poseen escasa pendiente, presentando numerosos meandros y un diseño dendrítico en su desembocadura en la Bahía (Dangavs y Bozzo, 1983). En la época de lluvias, estos ríos no son suficientes para conducir el agua hasta el mar, debido a la baja pendiente del terreno y a la capacidad de drenaje.

Según estimaciones realizadas para el desarrollo del Plan Maestro Cuenca Río Salado se afirma que:

- La mayor parte del área comprendida en la cuenca del Río Salado está constituida por una llanura de pendiente suave, ubicada por debajo de los 100 m s.n.m (Dangavs y Bozzo, 1983). En el límite oeste del área, (unos 500 km de la costa), las pendientes son del orden de 1:10.000.
- La mayoría de los ríos y arroyos que desembocan en la Bahía, no han desarrollado las propiedades geométricas de un sistema estable, ni en términos de sección transversal ni de perfiles longitudinales, lo cual dificulta fuertemente el drenaje de los excedentes hídricos.

Las inundaciones producidas por el desborde de lagunas, las crecientes de los ríos, o la escorrentía superficial proveniente de tierras ubicadas aguas arriba son un problema en las áreas urbanas. Como paliativo posible, se canalizaron diferentes cursos de agua de la región.Dichos canales artificiales transportan grandes volúmenes de agua dulce a alta velocidad, desembocando en la franja costera del humedal mixohalino. Se destacan entre ellos: el Canal 15 (en las proximidades a la localidad de Cerro de la Gloria), el Canal 9 y el Canal A (en las proximidades a la localidad de Esquina de Croto), el Canal 1 (en las proximidades de la localidad de Conesa) y el Canal 2 (que desemboca en las proximidades de General Lavalle). Estos canales muchas veces modifican la hidrología de la zona (Conzono *et al.,* 2001; 2002).

El agua superficial que llega a la Bahía por medio de los ríos y canales es en general salobre, con gran cantidad de sedimentos y materia orgánica, por lo que no es utilizada para consumo humano o animal. El agua de mejor calidad para consumo en la bahía proviene de un acuífero lenticular localizado bajo los cordones de conchilla (Auge y Hernández, 1983).

La mayoría de los cuerpos de agua superficiales que desembocan en la Bahía no han desarrollado las propiedades geométricas de un sistema estable, ya sea en lo que hace a sus secciones transversales o sus perfiles longitudinales, condiciones que dificultan fuertemente el drenaje de los excedentes hídricos. Considerando este comportamiento como un factor típico de las llanuras con muy baja pendiente. En estas condiciones, dependiendo de las condiciones edafológicas de los suelos, tiende a predominar el escurrimiento vertical sobre el horizontal.

Por esta razón, es pertinente analizar el comportamiento de las precipitaciones, con más énfasis que los caudales, puesto que estos no son representativos de la hidrología de la región, la Cuenca del Salado, más agua debajo de Dolores. Estas condiciones obligan a reiterar que la capacidad de análisis de vulnerabilidad y riesgo del sitio Ramsar, es una función directa de la disponibilidad de datos confiables y distribuidos en tiempo real, de

precipitaciones y de un conocimiento cabal de las cotas de inundación de cada entorno del sitio y sus adyacencias, sea urbano o rural.

La figura 43 muestra el análisis estadístico de la serie completa de las precipitaciones areales medias anuales y bianuales, en la Cuenca del Salado. Tal y como fuera mencionado por el Ingeniero Agrónomo C. Posadas (1914) el análisis de estas series y su examen conjunto con los eventos de inundaciones catastróficas, en la Cuenca del Salado, permite inferir que los eventos de inundación se registran en los casos en que una precipitación promedio anual de más de 1.000 milímetros se produce en coincidencia con una precipitación bianual del orden de 2.000 milímetros, en la misma cuenca.

Para visualizar con mayor detalle la evolución temporal de las precipitaciones anuales y bianuales en la Cuenca del Salado, se calcularon los promedios respectivos de los períodos sucesivos desde 1879 hasta 1900, 1910, 1920; 1990, 2000 y 2010(Figura 43).

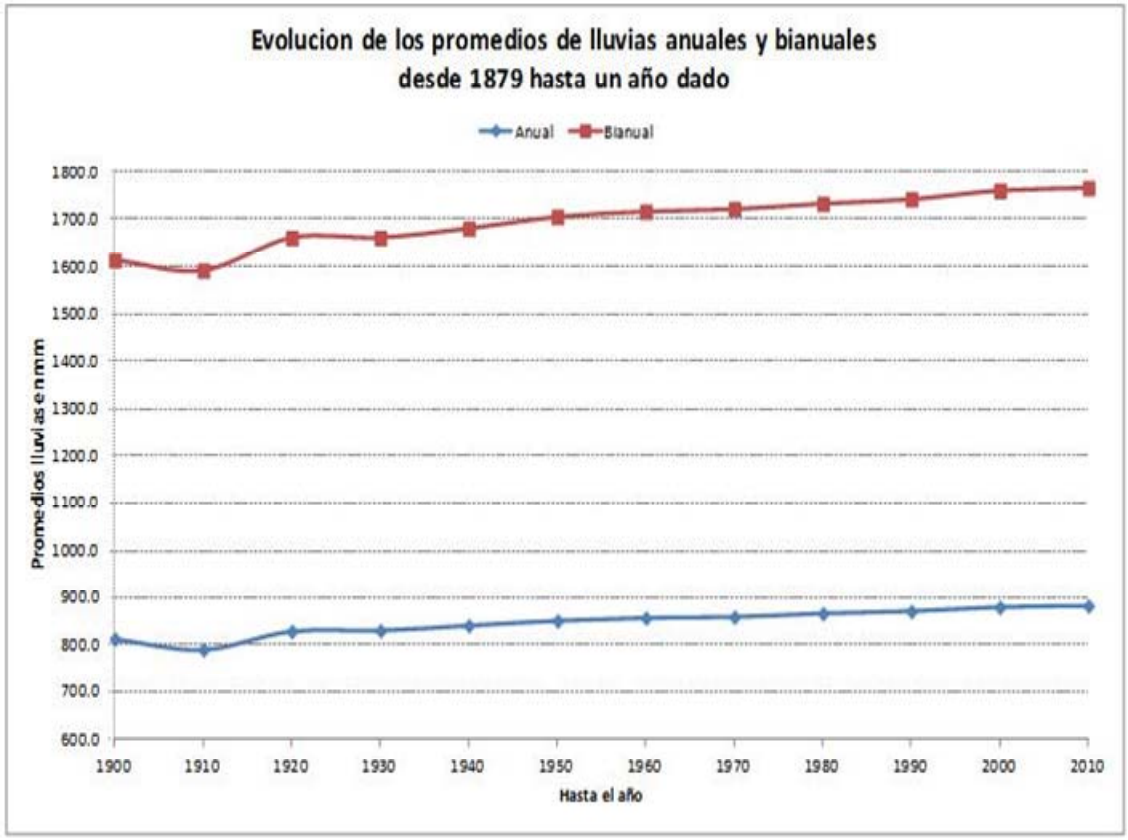


Figura 43
Evolución de los promedios de lluvias anuales y bianuales desde 1879 hasta un año dado en la Cueca del Río Salado.

Como puede observarse en la figura 44, los promedios de lluvias anuales y bianuales muestran una tendencia creciente.

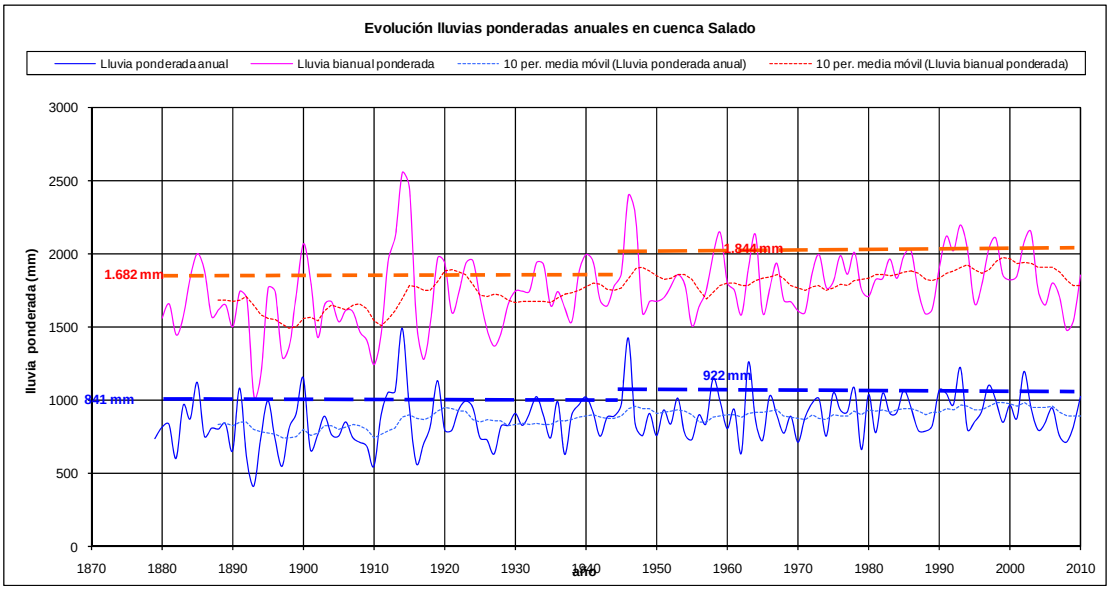


Figura 44
Evolución de las lluvias anuales y bianuales

Análogamente se analizó la evolución temporal de las precipitaciones anuales y bianuales, en la cuenca del Salado, calculando los promedios de los períodos sucesivos 1900, 1910, 1920, …..1990, 2000 hasta 2010 (Figura 45).

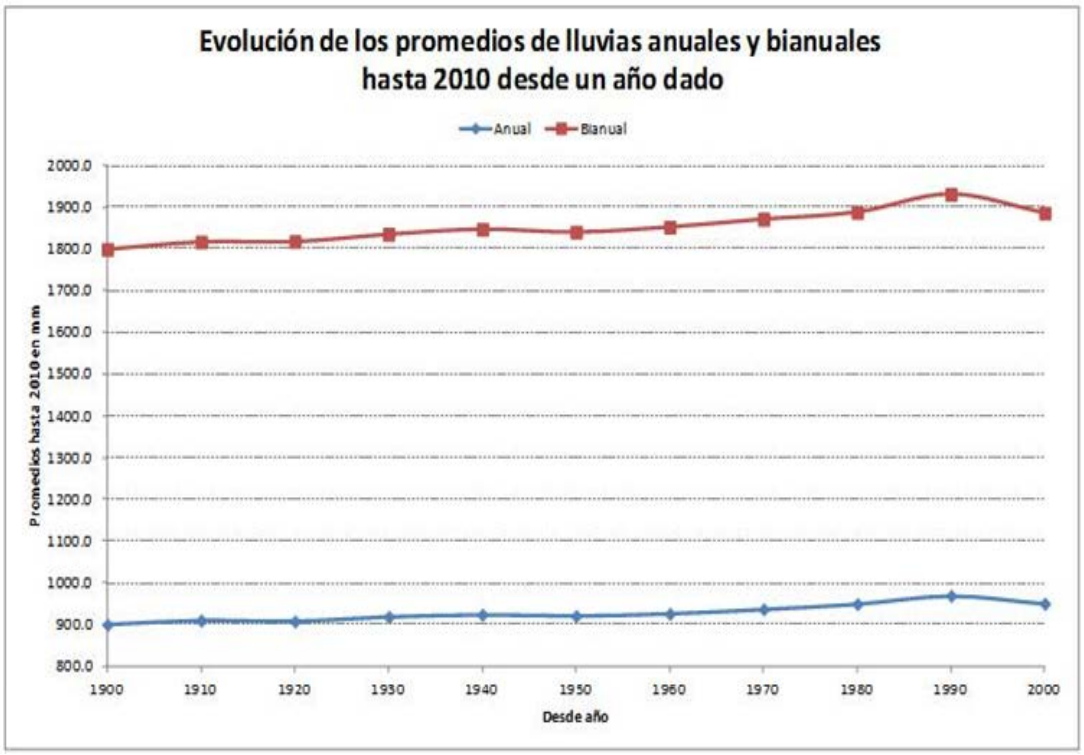


Figura 45
Evolución temporal de las precipitaciones anuales y bianuales, en la cuenca del Salado, calculando los promedios de los períodos sucesivos.

Vistas las consideraciones precedentes, es pertinente analizar con otro grado de detalle la evolución de las lluvias anuales, para lo cual hacemos el denominado análisis de

rango ajustado, que refleja los períodos de descenso, estancamiento o aumento temporal de las precipitaciones anuales acumuladas contra el promedio de las lluvias anuales para todo el período comprendido entre 1879 y 2010(Figura 46)

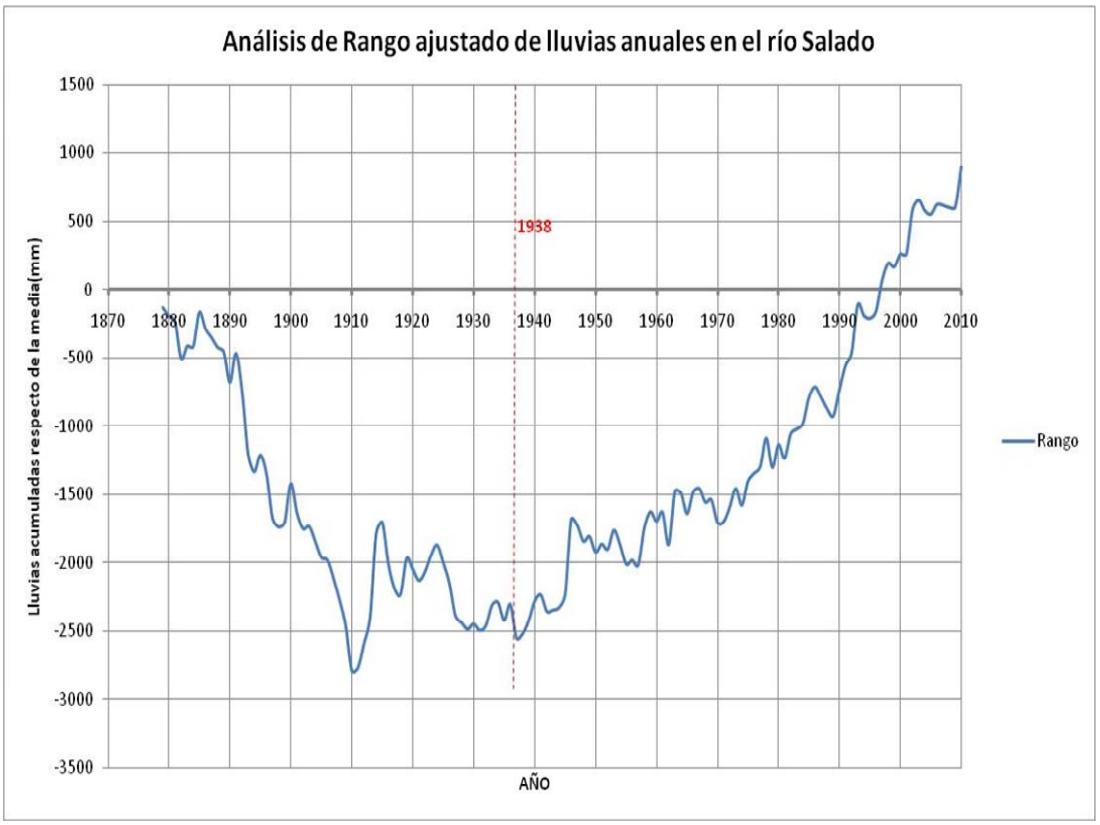


Figura 46
Análisis del rango ajustado de lluvias anuales en el Río Salado.

Se puede observar que hasta 1910 la tendencia fue decreciente, con un repunte en la década de 1910 a 1920, seguido de un período de decrecimiento hasta 1938 y, a partir de ese año una tendencia claramente creciente, acentuada en la década de 1990 a 2000.Para reforzar estas percepciones estadísticas, hemos efectuado el análisis estadístico de la serie 1879-2010, comparando el período hasta 1938 con el período posterior, esto es, desde 1938 a 2010(Figura 47).

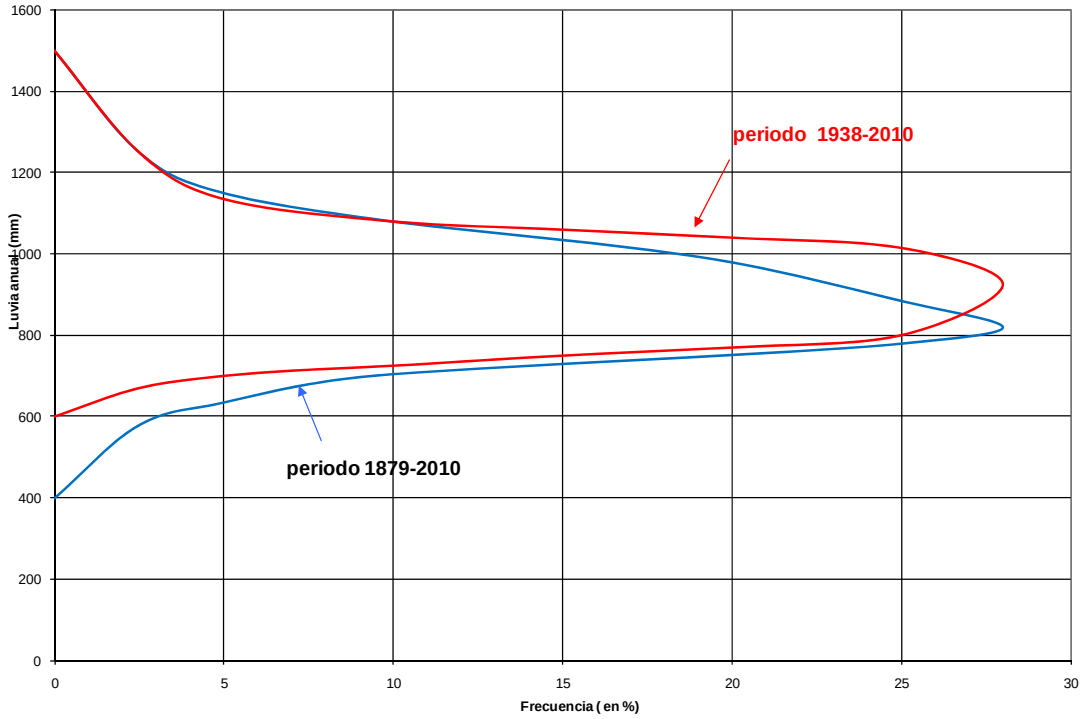


Figura 47
Curva de frecuencias de la serie 1879-2010, comparando el período hasta 1938 con el período posterior, esto es, desde 1938 a 2010.

Como se puede observar, la curva de frecuencias nos muestra claramente que desde 1938 los períodos anuales han sido más pluviosos / "húmedos".Similar conclusión surge de analizar las curvas de frecuencias acumuladas o de probabilidades acumuladas para los dos períodos mencionados (Figura 48).

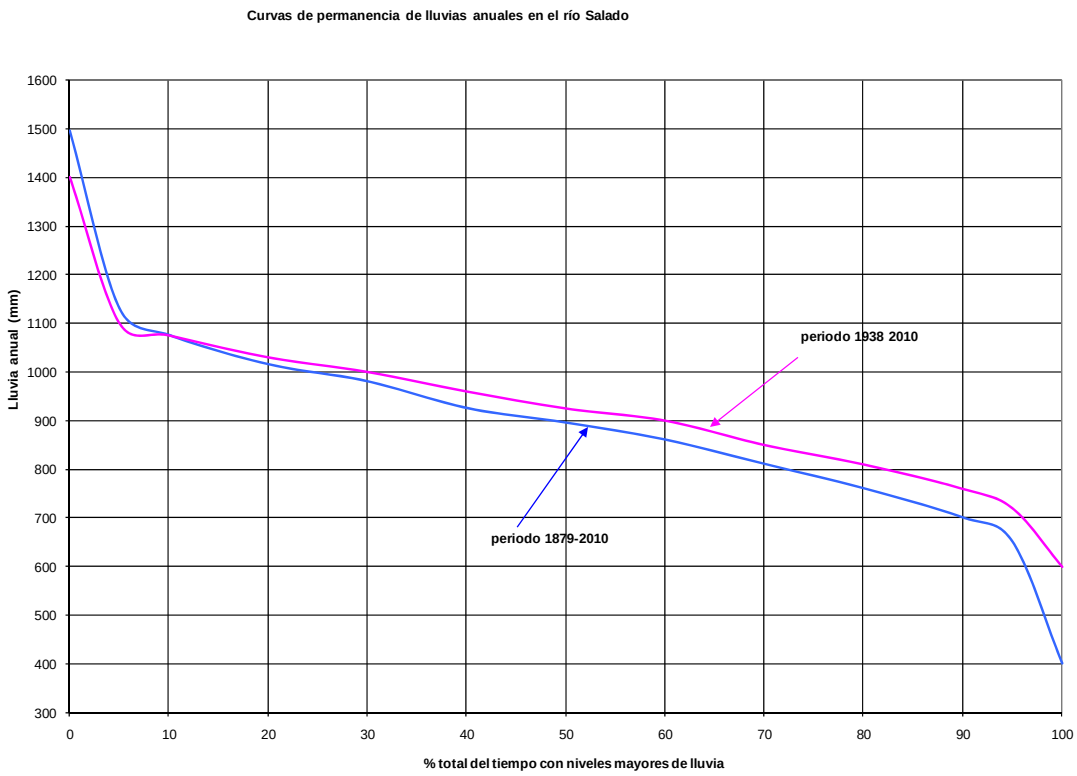


Figura 48
Análisis de las curvas de frecuencias acumuladas

Con el fin de mejorar la evaluación prospectiva de las series hidrometeorológicas, en el río Salado, para el período1879-2010, tratamos de evaluar la existencia de persistencia a largo plazo, en las serie de precipitación y las tendencias asociadas.

De acuerdo con lo mencionado precedentemente, la persistencia tiene consecuencias directas para el manejo de los recursos hídricos en el sitio y sus adyacencias, particularmente en lo vinculado con las condiciones locales de vulnerabilidad y riesgo.

Para ello se aplicó un método directo para investigar los patrones acumulativos de la serie de precipitación para calcular el rango R, que se define como la desviación máxima del comportamiento acumulado real, de la muestra de 1879 a 2010.

Aplicamos el método de Hurst, basado en el análisis del exponente H, de Hurst, relacionado con el rango de R(n) de la muestra de tamaño n, sigma, la desviación standard de la muestra, mediante la siguiente expresión:

(R[n]/ sigma nH

Generalmente las series hidrometeorológicas, tiene un exponente H> 0,5 y, frecuentemente cercanos a 0,7. Como se observa en la figura 49 en este caso H=0,674.

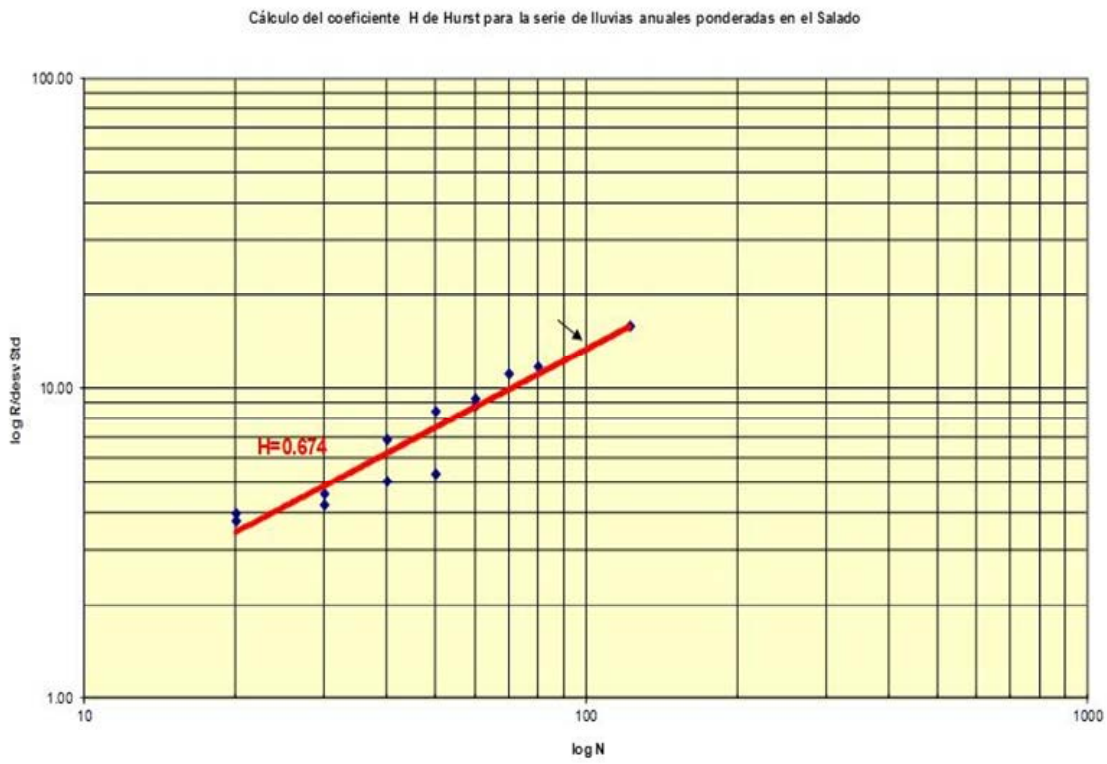


Figura 49
Calculo del coeficiente H de Hurst para la serie de precipitaciones anuales ponderadas en el Río Salado.

El valor H determinado confirmaría que la serie de lluvias anuales es persistente (H>0,5). Esto significa que la serie de precipitaciones tendría memoria, lo que nos permitiría inferir comportamientos similares en el futuro (ruido negro).

Esta conclusión debe ser considerada a la luz de las evaluaciones del IPCC, en cuanto a la proyección de las precipitaciones en el proceso de cambio climático, que afecta a las condiciones biogeofísicas del sitio Ramsar Bahía Samborombón. Considerando esas proyecciones se evidencia un aumento de las precipitaciones en el Este de la provincia de Buenos Aires y teniendo en cuenta la intensidad de las mismas, es probable que el período "húmedo" persista sobre el sitio, con las consecuencias para las actividades humanas y los ecosistemas naturales. Esta situación reitera la urgencia por la adopción de medidas precautorias y de acciones orientadas a incrementar la resiliencia de los sistemas naturales y humanos, así como el estudio de estrategias de adaptación apropiadas.

Variaciones en las precipitaciones y excesos de agua.

La recarga de las aguas subterráneas está directamente relacionada con los excesos de agua de las precipitaciones (Carretero *et al*, 2008). Lógicamente, también depende de las condiciones edafológicas de los suelos, particularmente de la distribución del loess pampeano, cuya compactación y estado de humedad definen la capacidad de infiltración de los suelos (Rocca *et al.,* 2007).

La estación Santa Teresita, del Servicio Meteorológico Nacional, situada en las proximidades del sitio en estudio dispone de datos para un período reducido, que va desde 1989 a 2005 sobre precipitaciones, esto es insuficiente para reconocer la tendencia regional de las precipitaciones. Por ello se han seleccionado las estaciones más cercanas que disponen de registros históricos adecuados (Aeropuerto de Dolores y Base de Punta Indio), las que poseen condiciones climáticas similares al sitio en estudio.

Sin embargo, la falta de información hidrometeorológica confiable "*in situ*" no permite disponer de datos sobre eventos extremos en el propio lugar del análisis de vulnerabilidad.

De acuerdo con estas condiciones las precipitaciones, como fuente de ingreso al sistema hídrico del sitio, se han mantenido, o muestran un ligero aumento concurrente con las proyecciones disponibles. En este contexto, salvo en casos de eventos extremos severos, las precipitaciones no jugarían un papel preponderante en variaciones significativas de las reservas de agua subterránea.

Evidentemente, las condiciones de vulnerabilidad hídrica deben tomar en cuenta la posibilidad de los casos de sequías que, en la historia hidrometeorológica de la pampa húmeda han sido escasos. La elaboración de balances hídricos diarios, para los períodos relacionados con los relevamientos de agua subterráneas está sintetizado en los siguienteshistogramas(Figuras50 y 51).

Ellos se realizaron para los intervalos entre Marzo 1975-Febrero 1976;Septiembre 1986-Agosto 1987 y Noviembre 2005 a Octubre 2006. La metodología utilizada para el cálculo de los balances es la propuesta por Thornthwaite y Mather (1955), en base a los datos de precipitación de la estación de observación de Dolores y los valores de evapotranspiración media diaria de referencia, calculados según el Método de Penman – Monteith (FAO 1998).

Losresultados de los balances hídricos se sintetizan en la Figura 50. Los valores de la precipitación durante el año previo a cada uno de los relevamientos se sitúan en el entorno de los valores medios (entre 906 y 977 milímetros). Los excesos de agua con disponibilidad para infiltración oscilan entre 377 mm, en 2006 y 424 mm, en 1987. Se asume que los relevamientos de 1976, 1987 y 2006 responden a condiciones en que los balances hídricos son representativos de las condiciones climáticas medias y que los excesos no presentan diferencia significativas.

Al encontrarse los excesos dentro del mismo rango de valores, para cada relevamiento posterior, es posible asumir que el ingreso de agua al sistema subterráneo no ha mostrado variaciones importantes. El avance de los efectos del calentamiento terrestre,

por efecto invernadero obligará a nuevos estudios que, seguramente, constituirán la razón de un Proyecto de Resiliencia y Adaptación del sitio Ramsar al Cambio Climático.

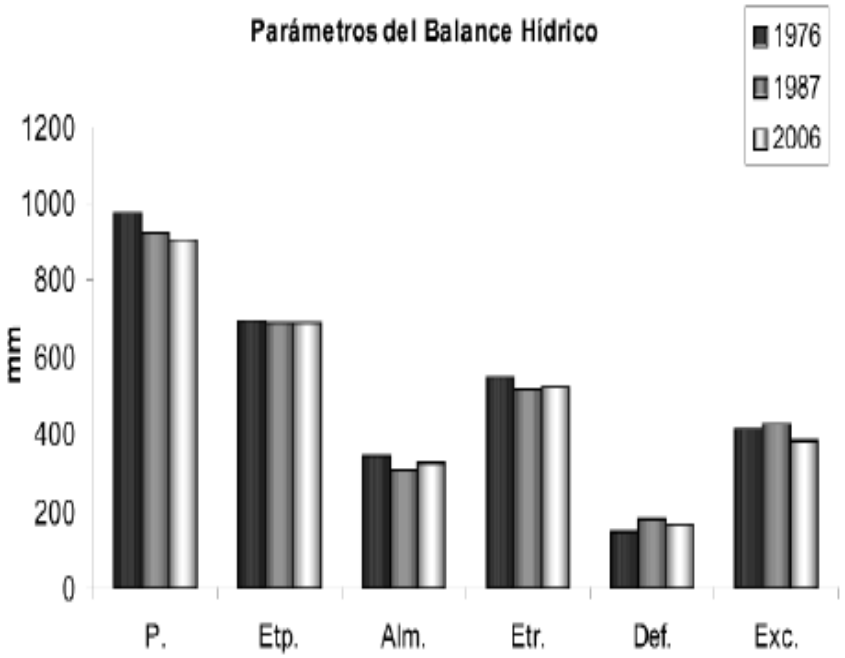


Figura 50
Parámetros del balancehídrico en diferentes años.

Evidencias de modificaciones de la recarga

De acuerdo con las condiciones establecidas, es posible considerar que en el médano se produce la infiltración de, prácticamente, la totalidad de los excesos, los cuales pasarán a alimentar a la napa freática. Es decir que la infiltración para los períodos analizados varió entre 377 y 424 milímetros.

En la zona urbana, para aproximar un porcentaje estimativo de la infiltración, con respecto a la precipitación, se consideraron los valores obtenidos por Vazquez Suñé y Sanchez Vila (1997). Estos autores estimaron que el 85-90 % de la lluvia es drenada por la red de pluviales, restando entre 10 y 15 % de agua disponible para infiltración y recarga. De acuerdo con estas consideraciones y considerando los balances hídricos calculados, la reducción de la tasa de infiltración en zona urbanizada, oscilarían entre 57 y 61 mm.

En base a los mapas de flujo, tomando en cuenta los parámetros hidráulicos del acuífero (coeficiente de permeabilidad 10 m/d y porosidad efectiva 0,10) y considerando como plano de referencia la cota 0 metro, del nmm, se estimó el volumen de agua dulce disponible, desde dicho plano, parda cada uno de los relevamientos(Figura 51). En la zona 1 (de escasa urbanización y vegetada), para 1976, el agua almacenada sería de

0,24 hectómetros cúbicos; la zona 2 de 0,79 hectómetros cúbicos y la zona 3, de 0,06 hectómetros cúbicos, mientras que en 2006, los valores correspondientes sería: 0,50; 0,34 y 0,13 hectómetros cúbicos.

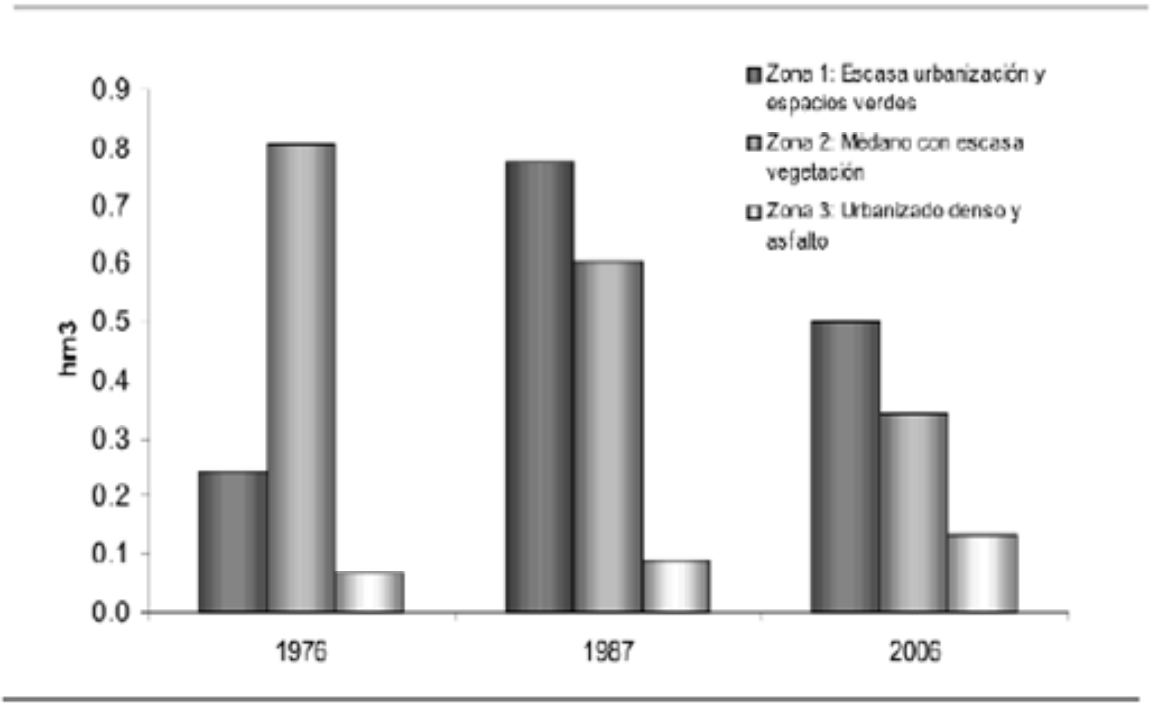


Figura 51
Balance hídricode diferentes tipos de zonas.

A partir de los volúmenes y las áreas de cada una de las zonas, fue posible estimar el agua disponible por unidad de superficie y, de esa manera, reconocer, comparativamente, el significado de esa agua almacenada y sus variaciones temporales.

En la figura 52se han representado dichas variaciones, expresadas en milímetros, observándose que una menor lámina de agua Caracteriza a la zona urbanizada (zona 3) y una lámina mayor, en la zona de médanos (zona 2). De acuerdo con la evolución de las áreas ocupadas por cada zona, los valores menores de lámina de agua, que se registran en la zona 3 (urbana), verifican los efectos de la disminución de la infiltración, producto de la impermeabilización del terreno y del aumento del escurrimiento superficial, que hace que parte del volumen de agua se pierda a través de los desagües al mar.

Comparativamente con la zona urbana, los mayores valores en milímetros cuyo volumen que se captan en la zona 2, son la respuestasde una infiltración de los excesos de agua, sin impedimentos.

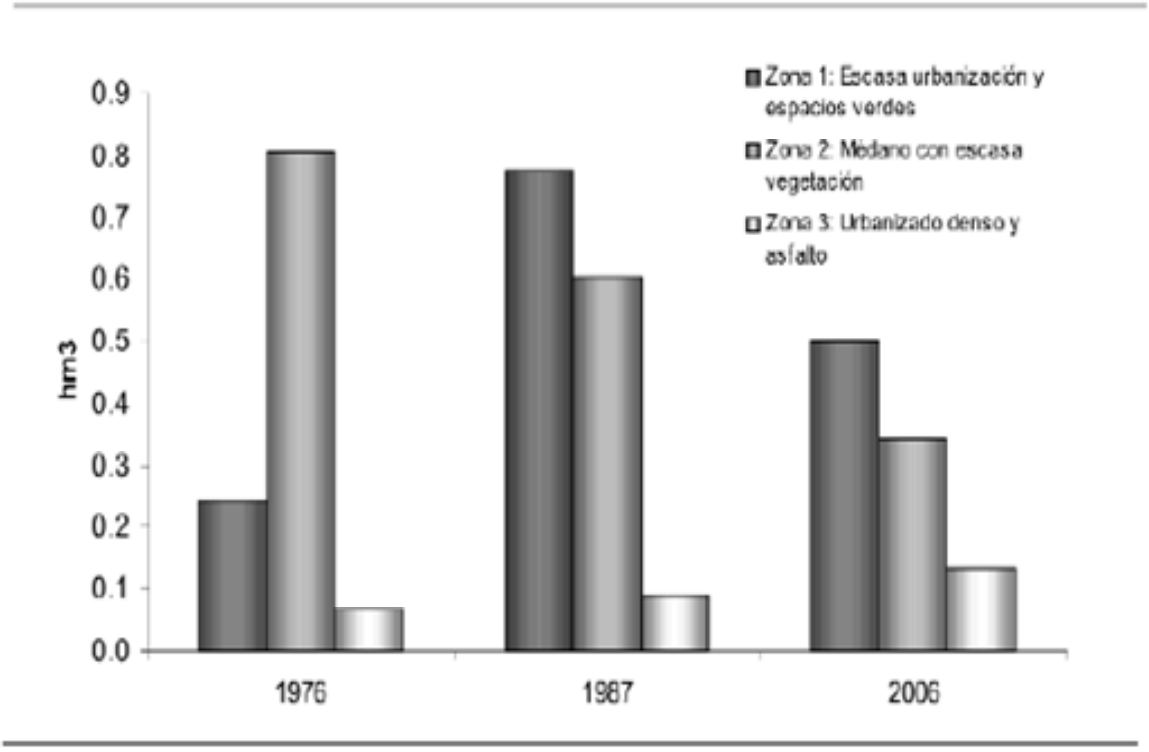


Figura 52
Variaciones en el agua almacenada en las diferentes zonas.

Calidad Del Agua

La calidad del agua de diferentes ecosistemas acuáticos de la Cuenca Baja del Salado y la hidroquímica de los mismos fue estudiado por Miretzky *et al.,(*2001 a y b). En el área particular de estudio, la calidad del agua de los canales y ríos que drenan a la Bahía fue estudiada por Schenone et al. (2007, 2008). Estos autores determinaron parámetros fisicoquímicos, las concentraciones de metales y nutrientes en dichos cuerpos de agua (Tablas 11-13), encontrando un gradiente latitudinal en comportamiento de los nutrientes y metales tanto en aguas altas como bajas.

Metales

Grandesvariaciones de conductividad y oxígeno disuelto fueron observadas entre períodos de aguas altas y bajas. La conductividad también mostró un aumento de variación espacial de norte a sur. Esto se debe a que los cuerpos de agua de la zona sur (General Lavalle, Puesta de Sol, Tapera de López, Punta Rasa y Las Compuertas) tienen una mayor influencia costera, mostrando valores más bajos durante el período de estiaje probablemente debido a la presencia de altas concentraciones de materia orgánica en el agua de oxígeno disuelto (Tablas11 y 12).

	Aguas Bajas							
Estación de Muestreo	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Río Salado	<12	6.4 ± 0.9	8.3 ±1.4	45.7 1± 3.4	184.19 ± 13.2	9.7 ± 3.4	150.8 ± 11.1	155.8 ± 18.4
Salado Inferior	<12	2.2 ±1.1	7.7 ± 1.7	44.6 ± 4.7	112.88 ± 8.1	12.4 ± 3.7	123.5 ± 9.1	156.9 ± 14.2
Canal 15	67.8 ± 11.1	<2	<4	37.4 ± 3.3	308.9 ± 21.3	7.5 ± 3.4	16.7 ± 8.6	122.8 ± 11.9
Canal 9	21.7 ± 8.9	<2	<4	21.8 ± 4.6	137.4 ± 8.9	2.5 ± 0.1	56.2 ±5.9	88.4 ± 8.9
Canal A	24.5 ± 9	<2	<4	16 ± 3.1	195.84 ±14.1	2.5 ± 0.1	51 ± 5.8	85.4±6.4
Canal 1	49 ± 11.8	<2	<4	15.5 ± 3.7	210 ± 11.1	2.5 ± 0.1	89.7± 7.1	79.1± 6.8
Canal 2	<12	<2	<4	19.1 ± 3	178.7 ± 11.8	2.5 ± 0.1	107± 8.1	79.7 ± 8.8
Puesta de Sol	<12	<2	<4	24.9 ± 3.6	291.6 ± 20	9 ± 4.6	111.8±8.4	92.3 ± 9.2
Punta Rasa	<12	9 ± 1.8	5.3 ± 1.1	5.12 ± 0.69	56.65 ± 4	2.59 ± 0.4	90.48±7.57	23.46 ± 2.5
Las compuertas	<12	<2	<4	28.4 ± 4	56 ± 3.2	2.5 ± 0.1	265.4 ± 20.3	80.5 ± 7.2
Nivel Guia para la Protecci on de la Biota Acuatica	<15	<5	<2.5	<6.6	<800	<18	<19.5	<8.6

Tabla 11
Valores de los metales traza determinados en aguas bajas. Fuente: Schenone *et al.*(2007).

	Aguas Altas							
Estación de Muestreo	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Río Salado	7.11 ± 2.36	<2	<4	<8	<5	<6	<12	11.01 ± 1.12
Salado Inferior	11.61 ± 3.66	<2	<4	<8	<5	<6	<12	17.69 ± 1.21
Canal 15	48 ± 25.86	<2	<4	<8	<5	<6	<12	17.49 ± 1.3
Canal 9	17.38 ± 8.03	<2	<4	<8	<5	<6	<12	16.42 ± 1.41

Canal A	18.05 ± 13.8	<2	<4	<8	<5	<6	<12	<8
Canal 1	37.52 ± 27.67	<2	<4	<8	<5	<6	<12	17.94 ± 1.45
Canal 2	10.86 ± 1.07	<2	<4	<8	<5	<6	<12	14.7 ± 1.35
Puesta de Sol	<10	<2	<4	<8	<5	<6	<12	<8
Punta Rasa	<10	<2	<4	<8	<5	<6	<12	<8
Las compuertas	<10	<2	<4	<8	<5	<6	<12	<8

Tabla 12
Valores de los metales traza determinados en aguas altas. Fuente: Schenone *et al.* (2007).

Los metales traza presentes en los ríos y canales que drenan a la bahía fueron determinados por Schenone et al (2007) y evidenciaron concentraciones más altas en el período de estiaje y valores más bajos en el período de aguas altas debido a un efecto de dilución (Tabla 12).

La gran diferencia en la concentración de metales traza entre los periodos de aguas bajas y altas agua debe tenerse en cuenta cuando se analizan contaminación en estos cursos de agua como fuentes de agua para diferentes actividades. Schenone *et al.* (2007) también estudiaron la concentración de metales en los sedimentos de la bahía. Sus resultados sugieren que este humedal en su conjunto ha sido hasta ahora expuesto a baja a moderada influencia antrópica.La mayoría de los cuerpos de agua lóticos presentan bajas concentraciones de metales en sus sedimentos, excepto Cd en canal 9 ($2.3 \pm 1.2\ \mu g.g^{-1}$) y Pb en canal 2 y General Lavalle (167.5 ± 2.49 y $33.97 \pm 0.95\ \mu g.g^{-1}$, respectivamente). Estas estaciones parecen ser afectadas por actividades antrópicas y más estudios en estas estaciones deben ser necesarios para determinar las variaciones temporales y el riesgo de contaminación.

La presencia de metales en el agua y sedimentos de la bahía pueden tener efectos negativos sobre la biota y la red trófica de esta región. En este sentido, especies típicas de la zona, como el delfín franciscana (*Pontoporia blaivillei*), la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) y la liza (*Mugil liza*), presentan diferentes concentraciones de metales en sus tejidos. Por ejemplo, los niveles de Cd, Cu y Zn registrados aquí para sedimentos son similares a las concentraciones de estos metales que se encuentran en el hígado del delfín franciscano por Gerpe et al., (2004). Por otro lado, los niveles en la presente medidos de Cd y Zn en sedimentos fueron similares a sus respectivas concentraciones en el hígado de los peces que habitan en la bahía y frecuentan en la parte inferior para la alimentación, tales como la corvina rubia (Marcovechio et al., 1988; Gerpe et al., 2004; Marcovechio, 2004).

El humedal de la bahía Samborombón retendría los metales presentes en sistemas lóticos que drenan sus aguas a la bahía antes que lleguen al mar. Es interesante notar la presencia de As. Este elemento es un tóxico de origen natural propio de las aguas subterráneas. Al encontrarse As en aguas superficiales, se evidencia que existe una

relación entre estas en la Bahía. La relación entre el agua subterránea y la superficial, también fue hallada por Fernández Cirelli y Miretzky (2004) en la Laguna de Chascomús, donde estos autores demostraron que el agua subterránea era el caudal de base de este cuerpo de agua.

Nutrientes

En la zona norte de la Bahía (Río Salado, Salado inferior y Canales 15, 9 y 1) el comportamiento del fósforo total y del nitrógeno total difiere notablemente con las estaciones de la zona sur de la Bahía (Canal 2, Gral. Lavalle, Puesta del Sol, Punta Rasa y Las Compuertas). En la zona norte se presenta un efecto de dilución de nutrientes durante el periodo de aguas altas debido al aumento de caudal de los cursos de agua generado por el aporte de las precipitaciones en las cuencas altas y siendo este efecto mayor al aporte de nutrientes por escorrentía. (Tabla 13). Las elevadas concentraciones de nutrientes en las estaciones del norte de la Bahía se debe a que estos sistemas lóticos reciben el aporte de nutrientes de la cuenca alta donde se desarrolla una intensa actividad agropecuaria (Fernández Cirelli *et al.,* 2006). La similitud en los cursos de agua de la zona norte se debe en parte a que el Río Salado descarga su caudal a los canales Salado inferior y Canal 15 a través de obras hidráulicas.

Los sistemas lóticos del sur de la Bahía también presentan altas concentraciones de nutrientes debido a que drenan el agua de los grandes canales y del faldeo norte del sistema de Tandilia, pasando en algunos casos como el Canal 2, próximos a centros urbanos (Ciudad de Ayacucho y General Lavalle).En la zona sur de la bahía el comportamiento se invierte siendo las concentraciones de nitrógeno y fósforo total mayores en el periodo de aguas altas y menores en periodo de aguas bajas. En este caso podría estar ocurriendo que el aporte de nutrientes por el lavado de los suelos sea mayor que el efecto de dilución generado por las lluvias. A su vez el menor caudal y la cercanía de la franja costera marina estarían influenciando sobre las concentraciones de nutrientes. Los cuerpos de agua del sur de la Bahía se comportan como sistemas lénticos, probablemente debido a la influencia de las mareas. En aguas altas, tanto el Nt como el Pt presentan mayor concentración por efecto de escorrentía, siendo este efecto más marcado para el Nt que para el Pt, probablemente debido a la mayor movilidad de las especies de nitrógeno.

En general el estado trófico de los ríos y canales que atraviesan la Bahía es hipertrófico tanto en el periodo de aguas altas como bajas siendo el P el nutriente limitante en la mayoría de las estaciones.

El drenaje superficial constituye muchas veces un importante aporte de P a los cuerpos de agua. Las cantidades de P que entran a formar parte del drenaje superficial dependen

de la cantidad de P presente en el suelo, la topografía, la cobertura vegetal, la duración de intensidad del flujo, el uso de la tierra y la contaminación (Wetzel, 2001).

El incremento del aporte de nutrientes dentro de este ecosistema podría ocasionar alteraciones sobre la productividad del área y sobre las actividades desarrolladas en la región, como las pesquerías costeras. Además, podría incrementarse la perdida de la biodiversidad de aves migratorias, ya que las mismas utilizan esta región como lugar de alimentación.

			AGUAS BAJAS						
Estación de Muestreo	pH	T (°C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Conductividad (mS/cm)	N_t (mg/l)	P_t (mg/l)	N/P	Estado Trófico	NL
Río Salado	6.94 ± 0.12	4.1 ± 0.2	4.3 ± 0.2	26.70 ± 2.1	7.60 ± 0.42	0.88 ± 0.03	19.03	H	P
Salado Inferior	6.89 ± 0.10	6.9 ± 0.3	3.8 ± 0.3	30.70 ± 3.2	5.06 ± 0.23	0.73 ± 0.06	15.30	H	No P
Canal 15	6.63 ± 0.11	7.3 ± 0.2	3.8 ± 0.1	6.66 ± 0.56	6.70 ± 0.50	0.49 ± 0.05	30.20	H	P
Canal 9	7.93 ± 0.09	6.6 ± 0.2	4.3 ± 0.2	1.32 ± 0.05	3.58 ± 0.22	0.50 ± 0.06	15.85	H	No P
Canal 1	6.82 ± 0.10	5.0 ± 0.2	4.4 ± 0.2	2.75 ± 0.42	3.72 ± 0.10	0.62 ± 0.10	13.40	H	P
Canal 2	8.11 ± 0.12	6.1 ± 0.3	2.1 ± 0.3	2.89 ± 0.12	4.62 ± 0.27	0.32 ± 0.08	32.42	H	P
Gral. Lavalle	7.30 ±	6.3 ±	2.1 ± 0.2	19.70 ± 3.2	3.58 ±	0.38 ±	20.65	H	P

	0.13	0.2			0.18	0.08			
Puesta de Sol	7.52 ± 0.14	6.6 ± 0.3	1.5 ± 0.3	31.70 ± 1.3	3.72 ± 0.17	0.40 ± 0.06	20.75	H	P
Punta Rasa	7.76 ± 0.11	4.1 ± 0.2	3.6 ± 0.2	40.80 ± 3.4	3.43 ± 0.44	0.55 ± 0.09	13.91	H	No P
Las compuertas	7.46 ± 0.09	4.5 ± 0.2	4.1 ± 0.2	15.40 ± 1.2	4.17 ± 0.35	0.20 ± 0.08	45.67	H	P
			AGUAS ALTAS						
Estación de Muestreo	pH	T (°C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Conductividad (mS/cm)	N_t (mg/l)	P_t (mg/l)	N/P	Estado Trófico	NL
Río Salado	6.66 ± 0.12	13.4 ± 1.3	6.30 ± 0.9	7.49 ± 1.2	2.73 ± 0.66	0.23 ± 0.08	25.93	H	P
Salado Inferior	6.83 ± 0.13	12.4 ± 1.2	6.31 ± 0.7	8.54 ± 1.3	1.70 ± 0.10	0.38 ± 0.08	9.89	H	N
Canal 15	6.96 ± 0.15	12.5 ± 1.3	6.21 ± 0.8	4.98 ± 1.1	1.42 ± 0.04	0.26 ± 0.05	12.16	H	No P
Canal 9	7.02 ± 0.21	11.8 ± 1.1	6.48 ± 0.9	0.58 ± 0.09	3.22 ± 0.16	0.13 ± 0.06	54.71	H	P
Canal 1	7.28 ± 0.30	11.5 ± 1.2	6.51 ± 0.6	1.01 ± 0.12	3.30 ± 0.13	0.16 ± 0.05	47.03	H	P

Canal 2	7.32 ± 0.30	11.7 ± 1.3	6.41 ± 0.8	0.86 ± 0.14	5.53 ± 0.50	0.31 ± 0.04	39.20	H	P
Gral. Lavalle	7.65 ± 0.40	15.1 ± 1.4	8.08 ± 1.2	12.15 ± 1.5	3.93 ± 0.38	0.43 ± 0.06	20.47	H	P
Puesta de Sol	8.26 ± 0.50	10.0 ± 0.9	8.68 ± 1.1	24.50 ± 2.3	4.79 ± 0.37	0.51 ± 0.05	20.59	H	P
Punta Rasa	8.36 ± 0.30	15.0 ± 1.2	9.05 ± 1.2	23.20 ± 2.4	4.61 ± 0.23	0.73 ± 0.05	14.01	H	No P
Las compuertas	8.40 ± 0.20	21.0 ± 2.3	9.80 ± 1.2	16.92 ± 1.7	9.41 ± 0.16	0.51 ± 0.06	41.07	H	P

Tabla 13

Promedio de los parámetros físico químicos y nutrientes registrados en el periodo de aguas bajas y altas. N_t: nitrógeno total, NL: nutriente limitante, N/P: relación molar nitrógeno/fósforo, P_t: fósforo total, H: estado hipertrófico, X ± SD: valor medio ± desviación estándar. Fuente: Schenone *et al.* (2008)

Microambientes y biodiversidad

El humedal presenta un gradiente latitudinal de ambientes (Norte-Sur) que va desde las últimas estribaciones de la selva marginal o en galería, representada por especies de acacias mansas (*Sesbania punicea* y *S. virgata)*, aromos de la costa (*Mimosa bonplandii)* y sauce criollo *(Salix humboldtiana)* en el Norte de la Bahía (Reserva Privada El Destino y Reserva de la Biosfera Parque Costero del Sur), hasta los canales de mareas, rías y cangrejales del sur de la Bahía (Reserva de Rías de Ajó y Campos del Tuyú). Además se manifiesta un gradiente longitudinal (Oeste-Este) que va desde el pastizal pampeano, los talares y pajonales hasta los ambientes con neta influencia marina (intermareal y submareal) y el estuario (Volpedo *et al.,* 2005).

La conjunción de los gradientes latitudinal y longitudinal, producen un mosaico de microambientes, que junto con la topografía del área, la leve pendiente, la hidrología y la influencia de las mareas permiten diferenciarlos.

Los microambientes más típicos de la Bahía son los talares, los pastizales, los espartillares, los cañadones naturales, los canales de marea, los cangrejales y las zonas de médanos (Bertonatti y Corcuera, 2000).

Los **bosques de tala (*Celtis tala*) o talares** son unidades vegetales con tres estratos: el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo (INTA, 1980; Nardini y Bodratia, 1999). Éstos se desarrollan sobre los cordones de conchillas y se extienden paralelos a la línea de costa, siguiendo las antiguas líneas costeras de la paleobahía. Los talas alcanzan entre los 4 y 10 m de altura y están acompañados por otras especies como la sombra de toro (*Jodinarhombifolia),* el coronillo (*Scutia buxifolia*) y el curupí (*Sapium glandulosum).* Los talaresofrecen la oportunidad de nidificación a diferentes taxones de aves como el ñacurutú (*Bubo virginianus*), las tijeretas (*Hydropsalis brasiliana*), el carpinterito común (*Picumnus cirratus*), el chotoy (*Schoeniophylax phryganophila*), el coludito copetón (*Leptasthenura platensis*), tiránidos como mosquetas (*Phylloscartes ventralis y Hemitriccus margaritaceiventer*), fruteros como el chogüí (*Thraupis sayaca*), el fueguero (*Piranga flava*) y el naranjero (*Thraupis bonariensis*) (Narosky y Yzurieta, 1993), y a mamíferos como la comadreja (*Didelphis albiventris*) y el murciélago colorado (*Lasiurus borealis*).

Los flechillares (*Stipa* sp. *Piptochaetim* sp. y *Aristida* sp.), que forman un tapiz casi continuo de gramíneas (0,50 - 1,20 m) se los encuentra en las lomas y medias lomas. Los espartillares constituidos por Spartina densiflora principalmente, están asociados a arcillas arcillosas y salinas que suelen estar parcialmente anegados.

En los terrenos bajos y alcalinos, con influencia de agua salobre, se desarrollan praderas de pasto salado o pelo de chancho (*Distichlis spicata*) que resisten estas condiciones desfavorables (Cagnoni, 1999). En relación con estos ambientes también se encuentran especies como el duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum)* y el duraznillo negro (*Cestrum parquii*).

Los **cañadones naturales** y los cuerpos de agua lénticos producidos por el desborde de los cursos de agua dulce presentan juncales (*Schoenoplectus californianus*) que crecenhasta los 2 m de altura y hunquillares (*Juncus acutus*) que forman matas de hasta 1,5 m de altura. En estos ambientes las especies de aves predominantes son el pato maicero (*Anas georgica*), cisne de cuello negro (*Cygnus melacoryphus*), coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), garzas (*Egretta alba y Nycticorax nycticorax*), gallaretas (*Fulica armillata, Fulica leucoptera y Fulica rufifrons*), benteveos (*Pitangus sulphuratus*), y varias especies de paseriformes (Narosky y Yzurieta, 1993). Asimismo, se encuentran presentes mamíferos como el coipo (*Myocastor coypus*) y el carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) (Redford y Essemberg, 1992).

Los **canales de marea** presentan una vegetación constituida por especies tolerantes a altos tenores salinos aunque no necesariamente son plantas halófitas. Los factores principales que controlan el tipo de vegetación presente son el grado de exposición, la salinidad, la temperatura, el tipo de sedimentos y el régimen de mareas. Las especies más representativas son *Spartina alterniflora*, *Spartina densiflora* y *Salicornia ambigua.* En las zonas altas predomina *Juncus acutus* (Vervoost, 1967; Cagnoni, 1999). Estas especies contribuyen a la productividad primaria de la región, forman detritos que aportan materia orgánica al sustrato costero y son la base de las tramas tróficas de la región, sustentando a la comunidad del cangrejal.

Los **cangrejales** son el microambiente más emblemático de los humedales mixohalinos templados. La espadaña (*Zizaniopsis bonariensis*) es uno de los vegetales que crece en los suelos del cangrejal, alcanza 1,8 m de altura y posee hojas con bordes cortantes. Este ambiente, sometido al flujo diario de mareas, posee una compleja dinámica y una zonación ecológica dada por la presencia de tres especies de cangrejos: *Chasmagnathus granulata* que habita terrenos bajos, fangosos y anegadizos, *Uca uruguayensis* que vive en terrenos más consolidados y *Cryptograpsus angulatus* que habita en la zona inframareal. Estas especies cumplen un importante rol en el transporte de materia y energía del ambiente terrestre al acuático, ya que conforman uno de los eslabones básicos de las redes tróficas marinas de la zona (Boschi, 1988; Spivack, 1997).

La **zona de médanos costeros** o dunas comienza en Cabo San Antonio (sur de Bahía Samborombón) y se extiende hacia regiones vecinas (Partido de La Costa). En este ambiente existe una comunidad típica de ciperaceas: *Androtrichum digynum*, alternando en las zonas húmedas con otras especies como *Senecio crassiflorus*, *Centarium pulchellum* y *Blackstoni perfoliata*. En las áreas planas arenosas alejadas de la línea de dunas de la franja costera, se encuentran las cortaderas (*Cortadeira seollana*) y las serruchetas (*Eryngium pandanifolium*).

En las **aguas estuarinas someras** de la Bahía, la ictiofauna está representada por especies estuarinas residentes (permanecen todo el año) y estacionales (se acercan al área en la época reproductiva), marinas, dulceacuícolas y ocasionales (Menni, 1984, López *et al*., 2001, Jaureguizar *et al.,* 2003, Volpedo y Fernández Cirelli, 2006; 2007, Avigliano y Volpedo, 2013).

Las especies estuarinas residentes más importantes son la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), la corvina negra (*Pogonias cromis*), el pargo blanco (*Umbrina canosai*), el córvalo (*Paralonchurus brasiliensis*), la saraca (*Brevoortia aurea*) y la pescadilla real (*Macrodon ancylodon*). La especies más importante son la corvina rubia y la pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*). Las especies marinas son la palometa (*Parona signata*), la liza (*Mugil liza*), la burriqueta (*Menticirrhus americanus*), el águila de mar (*Myliobatis*

goodoidei) y el gatuzo (*Mustelus schmiti*). Las especies dulceacuícolas son *Luciopimelodus pati, Parapimelodus valenciennesi, Leporinus fasciatus, Prochilodus platenses;* y las ocasionales acceden al área debido a fenómenos oceanográficos o inundaciones (Menni, 1984; Cousseau y Perrota, 2000, Jaureguizar *et al.,* 2003).

Los peces residentes de la Bahía se alimentan de un amplio espectro de organismos (Menni, 1983). La energía obtenida permite compensar las pérdidas derivadas de la migración y adaptación fisiológica al ambiente. La mayoría de los peces son de origen marino pues muy pocas especies dulceacuícolas toleran las condiciones salinas de la región. Las especies adaptadas a estas condiciones son escasas, pero resultan muy abundantes en el área.

Las especies estacionales y residentes como la corvina rubia, la palometa, el córvalo y la pescadilla, inician su vida en la zona exterior del estuario, y posteriormente las mareas y las corrientes marinas hacen que sus huevos y larvas deriven hasta la Bahía Samborombón.Una vez en la Bahía, las larvas crecen y se desarrollan hasta que alcanzar los estadios juveniles (Aubone *et al*., 1995, Acha y Lasta, 1996, Acha *et al*., 1999; Machi *et al*., 2002).

La distribución espacial de la salinidad es variable en las diferentes zonas de la Bahía. Estas variaciones permiten a los peces orientarse en sus incursiones en el área y, en algunos casos, presentar una diferenciación de nicho ecológico según la especie y el estadio de desarrollo. Por ejemplo, las mayores abundancias de los prerreclutas de corvina rubia se encuentran asociadas a aguas con salinidades inferiores a los 25 g/L, mientras que los individuos de pescadilla común se distribuyen fundamentalmente en aguas con salinidades superiores a los 25 g/L, sobre el fondo (Aubone *et al.,* 1995).

Las aguas estuarinas someras son frecuentadas por mamíferos marinos como cetáceos (delfín franciscana *Pontoporia blainvillei*, delfín pico de botella *Tursiops truncatus,* delfín oscuro *Lagenorhynchus obscurus*) y el lobo marino (*Arctocephalus australis*) (Lichter y Hooper, 1983; Redford y Eisenberg, 1992). Entre estos mamíferos marinos la especie endémica del delfín franciscana cuya distribución esta restricta en Argentina a la costa de Buenos Aires y dentro de la isobata de 30 m, es el mamífero marino más amenazado del Atlántico Sudoccidental. Estos delfines son los más pequeños del mundo, los machos adultos miden entre 121-158 cm y las hembras adultas entre 134-177 cm de largo. La principal amenaza a lo largo de toda su distribución es la mortalidad incidental en redes de pesca agalleras. Esta mortalidad incidental ha sido estimada en más de 650 individuos al año en la costa bonaerense (Bordino y Arias, 2011). Para Argentina, se ha estimado una abundancia de alrededor de 17.000 individuos (Crespo et al. 2010), sin embargo considerando que el potencial de renovación biológico PBR fue calculado en 152-163 individuos por año (Wade, 1994), se observa que la aplicaciones de medidas de manejo y conservación son necesarias en corto plazo.

En la **zona intermareal** se encuentran numerosas especies de gasterópodos como la voluta negra (*Adelomelon brasiliana*), la voluta boca ancha (*Odontocymbiola magellanica*), la nasa rosada (*Buccinanops uruguayensis*), la nasa elegante (*Buccinanops lamarckii*) y los bivalvos como la navajita (*Solen tehuelchus*) y la mactra común (*Mactra isabelleana*), entre otros (Narosky y Nuñez Cortés, 1997).

La **zona costera** de la Bahía ofrece a las aves refugio y alimento debido a la abundancia de invertebrados (moluscos y crustáceos), y a diferentes especies de peces. Esta particularidad fundamentó la inclusión de Bahía Samborombón en la lista de Humedales de Importancia Internacional (Canevari *et al.,* 1998; Canevari *et al.,* 1999). El 70% de las aves migradoras, que permanecen en el verano austral en la Argentina, se encuentran en esta área, siendo las más representativas el playero rojizo (*Calidris canutus*) y el gaviotín golondrina (*Sterna hirundo*). Además en esta área se encuentran siete de las especies amenazadas globalmente como el playerito canela (*Tryngites subruficollis*), el chorlo ártico (*Pluvialis squatarola*), el chorlo pampa (*Pluvialis dominica*), la becasa de mar (*Limosa haemastica*), el playerito rabadilla blanca (*Calidris fuscicollis*), y el chorlito doble collar (*Charadrius falklandicus*) (Di Giacomo, 2005; Rebolo Ifran, 2010).

En cuanto a los mamíferos, el venado de las pampas (*Ozotocerus bezoarticus celer)* es una de las especies en peligro de extinción más amenazada de Argentina (Jackson y Langguth, 1987; UICN, 1996; Díaz y Ojeda, 2000). El 90% de los venados de la poblaciónque habita la Bahía Samborombón (200 y 300 individuos), se encuentran en la zona sur de la franja costera ocupando una superficie cercana a las 35.000 ha (Vila y Beade 1997, Vila 2006, Perez Carusi *et al.*, 2009 a,b; Miñarro *et al.,* 2011). Se ha determinado una asociación negativa entre la distribución de los venados y los chanchos cimarrones, habitando los chanchos en el Norte de la bahía (Perez Carusi *et al.,* 2009).

Las áreas de los espartillares y jume (*Sacocornia ambigua)* de la zona costera es el área que utiliza el venado, sin embargo la misma en un 80% es inapropiada para esta especie (Merino, 2003), siendo dentro de esta área la zona con mejor aptitud la correspondiente al área comprendida entre el canal 1 y la Ría de Ajo. A pesar de que aún la población de venado de las pampas se encuentra por encima del umbral mínimo de viabilidad, en los últimos años se ha registrado una reducción en la abundancia (alrededor del 1,6 % anual, Vila, 2006) que podría resultar en una importante amenaza para la especie.

Entre los factores de su declinación, se destacan -el *avance de la frontera agropecuaria* que provocó el reemplazo de su hábitat natural, la generación de disturbios en los patrones de actividad del venado (alimentación, descanso) por la presencia del ganado vacuno; la *introducción de enfermedades* por parte del ganado doméstico (fiebre aftosa, leptospirosis, parainfuenza, diarrea viral bovina, brucelosis, leucosis bovina enzoótica, rinotraqueítis infecciosa bovina); y la introducción de especies exóticas asilvestradas,

como chancho cimarrón (*Sus scrofa*) y los perros que pueden afectar directamente (modificación de hábitats , ataque a crías) o indirectamente (presencia de cazadores ilegales) a la población del venado (Jackson y Langguth, 1987; Beade *et al.,* 2000; Vila 2006; Vila *et al.,* 2008; Miñarro *et al.,* 2011).

Actividades Humanas

Las actividades desarrolladas en el humedal son: la actividad agropecuaria (cría de ganado bovino), la extracción de conchilla, la pesca, la caza, la actividad turística en periodo estival en la zona aledaña (Partido de La Costa) (Yunes Núñez *et al*., 2004 a, b, Volpedo *et al.,* 2005).

Actividad agropecuaria:

El análisis de los datos de los Censos Agropecuarios 2002 y 2008 a nivel de partidos indican la presencia de explotaciones agropecuarias[1](EAP) de diferente superficie (Tablas14) en los diferentes partidos involucrados. Sin embargo se puede observar que la mayor cantidad de EAP, poseen una superficie entre 200 a 500 ha en la mayoría de los partidos, excepto para General Lavalle donde la mayoría de las EAP poseen superficie entre 200 a 1000 ha y en el Partido de La Costa donde la mayoría de las EAP poseen una superficie <5 ha.

Partido		Magdalena		Chascomús		Castelli		Tordillo		General Lavalle		La Costa		General Juan Madariaga	
		EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha
	EAP con límit	529	179.755,0	734	333.768,9	171	148.514,2	125	105.546,0	203	227.047,4	21	1.438,5	349	249.327,6

1- Explotación agropecuaria (EAP) es la unidad de organización de la producción, con una superficie no menor a 500 m^2 dentro de los límites de una misma provincia que, independientemente del número de parcelas (terrenos no contiguos) que la integren: 1) produce bienes agrícolas, pecuarios o forestales destinados al mercado; 2) tiene una dirección que asume la gestión y los riesgos de la actividad: el productor; 3) utiliza los mismos medios de producción de uso durable y parte de la misma mano de obra en todas las parcelas que la integran.

	es definidos														
Escala de extensión de las EAP (ha)	Hasta 5	3	8,0	4	19,0	-	-	1	4,0	7	9,9	11	5,8	1	2,5
	5,1 - 10	7	57,0	6	52,5	-	-	-	-	1	10,0	2	17,7	2	20,0
	10,1 - 25	38	727,0	10	184,5	-	-	1	15,0	2	36,5	-	-	11	246,5
	25,1 - 50	70	2.694,5	34	1.413,6	7	275,0	17	597,0	2	89,0	1	43,0	37	1.513,0
	50,1 - 100	90	6.686,0	98	7.736,7	22	1.720,3	26	1.906,0	13	1.082,0	1	70,0	40	2.999,0
	100,1 - 200	105	15.111,5	176	26.235,6	33	4.849,4	15	2.209,0	26	4.173,0	3	396,0	54	7.786,5
	200,1 - 500	123	38.926,5	212	72.005,5	48	17.399,5	33	10.503,0	48	16.010,0	3	906,0	76	24.854,1
	500,1 - 1.000	52	36.811,0	113	81.931,5	20	13.146,0	12	7.425,0	47	32.842,0	-	-	55	38.310,0
	1.000,1 - 1.500	19	23.995,0	41	50.882,0	17	20.555,0	5	6.019,0	17	20.825,0	-	-	25	30.230,0
	1.500,1 - 2.000	9	15.711,0	18	30.655,0	5	7.968,0	3	5.058,0	12	19.954,0	-	-	17	30.209,0
	2.000,1 - 2.500	5	10.944,5	10	22.007,0	9	19.983,0	2	4.475,0	9	20.095,0	-	-	12	26.322,0
	2.500,1 - 3.500	5	14.381,0	7	19.837,0	4	12.484,0	1	2.712,0	6	19.644,0	-	-	7	20.770,0
	3.500,1 - 5.00	2	8.147,0	5	20.809,0	1	4.800,0	2	7.534,0	5	21.524,0	-	-	5	19.770,0

	0														
	5.000,1 - 7.500	1	5.555,0	-	-	2	11.570,0	3	18.290,0	4	23.589,0	-	-	6	34.805,0
	7.500,1 - 10.000	-	-	-	-	1	8.510,0	3	26.574,0	2	16.616,0	-	-	-	-
	10.000,1 - 20.000	-	-	-	-	2	25.254,0	1	12.225,0	2	30.548,0	-	-	1	11.490,0

Tabla 14 Explotaciones Agropecuarias (EAP) y superficies de las mismas por partido.

En relación a la forma jurídica que asume el productor para realizar la actividad agropecuaria en cada EAP (tipo jurídico) tenemos diferentes categorías definidas en el Censo Agropecuario 2008, como ser:

- **Personas físicas:** El productor es una persona e incluye las sucesiones indivisas cuando la figura del productor recae solamente en uno de los sucesores.

- **Sociedad de hecho**: Es la asociación de dos o más personas con la finalidad de explotar tierras, ganados o bosques, sin que esa asociación se haya registrado (legalmente) como tal. Los miembros asumen en forma conjunta el riesgo económico y las principales decisiones sobre la gestión de la EAP ,se incluye las sociedades indivisas cuando la figura del productor recae en todos o algunos de sus miembros que dirigen la asumen los riesgos económicos

- **Sociedad anónima**: Es la formada por varios socios que limitan su responsabilidad al aporte societario y cuyo capital está representado por acciones.

- **Sociedad accidental**: Es una forma societaria cuyo objeto es la realización de una o más operaciones determinadas y transitorias, mediante aportes comunes y a nombre personal de un socio gestor, quien es el socio responsable frente a terceros. Los restantes socios no gestores sólo responden por su aporte. Este tipo de sociedad no constituye sujeto de derecho, carece de denominación social, y no se inscribe en la Inspección General de Justicia o RPC.

- **Sociedad de responsabilidad limitada:**Es la formada por varios socios que limitan su responsabilidad al capital social.

- **Sociedad en comandita por acciones:** Es una sociedad integrada por dos categorías de socios: los comanditados, que responden con el capital social más el propio, y los comanditarios, quienes sólo responden con el capital social.

- **Instituciones privadas sin fines de lucro:** Asociaciones civiles o fundaciones legalmente constituidas, sin fines de lucro.

En los distintos partidos que poseen jurisdicción sobre la BahíaSamborombón y áreas aledañas, existen diferentes tipos jurídicos tendencias según los partidos (Tabla 15).

En el Partido de Magdalena, la mayoría de las EAP están registradas a nombre de una persona física que representa el dominio de la tierra del 46% de las ha totales del partido (88.525,6 ha). El Partido de Chascomús, sigue la misma tendencia que el Partido de Magdalena, sin embargo es destacable que las sociedades de hecho y las sociedades anónimas junto con las personas físicas poseen el 95% del dominio de la superficie de la tierra del Partido. En el Partido de Castelli la mayoría de las EAP que representan el 38% de la superficieestá bajo el dominio de personas físicas. Las 16 Sociedades anónimas presentes en el partido tienen a cargo el 36% de la superficie del partido. Una tendencia similar se da en los Partidos de Tordillo, General Lavalle y General Madariaga donde las personas físicas y las sociedades anónimas están a cargo de las mayor cantidad de ha. En el Partido La Costa, las personas físicas posee tiene a cargo el 96% de la superficie del partido.

Partido		Magdalena		Chascomús		Castelli		Tordillo		General Lavalle		La Costa		General Juan Madariaga	
		EAP	Ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha
Total		529	179.755,0	734	333.768,9	171	148.514,2	125	105.546,0	203	227.047,4	21	1.438,5	349	249.327,6
Tipo jurídico del productor	Persona física	406	88.525,6	496	169.044,4	122	55.525,2	92	31.494,0	137	87.733,4	17	1.386,3	261	140.302,6
	Sociedad de hecho	73	49.174,0	131	57.777,0	23	17.012,0	21	s	31	18.227,0	2	1,2	55	36.228,0
	Sociedad anónima	32	32.251,9	77	76.569,8	16	52.399,0	10	63.413,0	22	78.845,0	1	43,0	21	52.378,0
	Sociedad accidental; de responsabilidad limitada; y en comandita por acciones	13	6.556,0	27	28.829,0	9	21.228,0	2	s	12	41.737,0	-	-	12	20.419,0
	Instituciones privadas sin fines de lucro	-	-	2	s	-	-	-	-	-	-	1	s	-	-
	Entidades públicas	2	396,5	1	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros	3	2.851,0	-	-	1	2.350,0	-	-	1	505,0	-	-	-	-

Tabla 15
Tipo jurídico del productor de las explotaciones agropecuarias (EAP) y superficies de las mismas según el de por partido.

En relación a las actividades agropecuarias, la superficie implantada es relativamente baja en el los partidos estudiados (Tabla 16). Eso se debería a la mala calidad de sus suelos. La mayor superficie de los partidos mantiene pastizales naturales.

Partido			Magdalena	Chascomús	Castelli	Tordillo	General Lavalle	La Costa	General Juan Madariaga
Total			179.755,0	333.768,9	148.514,2	105.546,0	227.047,4	1.438,5	249.327,6
Superficie implantada	Total		21.786,9	47.002,9	17.844,3	10.351,0	11.633,1	58,1	39.481,9
	Cultivos	anuales	5.456,0	19.788,0	6.685,0	481,0	732,0	-	13.165,0
		Perennes	5,8	52,2	-	-	0,2	3,0	96,0
	Forrajeras	anuales	3.713,5	4.086,0	4.305,3	220,0	1.485,0	-	2.839,5
		Perennes	12.232,5	22.130,0	6.783,0	9.643,0	8.754,0	-	22.804,0
	Bosques y/o montes		342,0	932,2	71,0	7,0	659,2	52,0	547,0
	Cultivos sin discriminar		37,1	14,5	-	-	2,7	3,1	30,4
Superficie destinada a otros usos	Total		157.968,1	286.766,0	130.669,9	95.195,0	215.414,3	1.380,4	209.845,7
	Pastizales		147.826,2	227.720,5	105.994,0	86.252,4	148.061,8	1.001,9	145.609,0
	Bosques y/o montes naturales		2.337,9	1.967,6	1.353,0	40,0	2.754,3	60,0	4.829,5
	Apta no utilizada		2.735,1	33.599,3	7.533,5	104,0	1.080,0	-	6.288,6
	No apta o de desperdicio		4.053,3	20.368,0	14.472,0	7.294,5	62.539,0	274,0	51.979,7
	Caminos, parques y viviendas		1.015,6	2.085,6	1.317,4	304,1	979,2	44,5	1.138,9
	Sin discriminar uso		-	1.025,0	-	1.200,0	-	-	-

Tabla 16
Tipo jurídico del productor de las explotaciones agropecuarias (EAP) y superficies de las mismas, según el de por partido.

La ganadería de cría es la actividad predominante en la zona, y se desarrolla en sistemas extensivos de cría y en menor medida en sistemas de engorde a corral (feedlots) en el área de influencia (Tabla 17).

Partido	Total	Cría	Recría	Invernada a campo		Invernada a corral (feedlot)	Tambo	Cabaña	Ganadería no especializada
				con suplemento	sin suplemento				
	Cabezas						Cabezas		
Magdalena	161.351	106.373	15.377	14.306	8.595	2.775	11.870	2.003	52
Chascomús	292.472	226.188	29.114	12.598	7.033	1.498	12.508	2.559	974
Castelli	102.511	72.798	14.123	1.800	5.535	585	7.644	20	6
Tordillo	79.094	56.864	1.226	3.163	17.058	703	-	80	-
General Lavalle	151.545	103.123	25.692	4.005	18.466	42	-	13	167
La Costa	397	346	30	-	10	-	11	-	-
General Juan Madariaga	174.776	118.547	11.725	19.020	21.678	1.754	65	205	1.782

Tabla 17
Actividad ganadera de las explotaciones agropecuarias (EAP) por partido.

La cantidad de cabezas de ganado de cría es escasa en relación con la cantidad de ganado existente en la Provincia de Buenos Aires, existiendo una densidad relativa de un animal cada 3 ha (Yunes Núñez *et al.*, 2004 a, b). El escaso número de cabezas de ganado se debe a la mala calidad del suelo para el crecimiento de pasturas naturales o implantadas. Considerando dicha densidad, se ha estimado en la Bahía Samborombón un total de 75000 animales (50000 vacas y 25000 terneros) de los establecimientos ganaderos presentes en el área. Aproximadamente un 20% del total de las vacas se destina a la venta en el mercado, siendo el 50% de la faena destinado al consumo y el resto es destinado a productos en conserva. Asimismo, se estima que un 60% del total de terneros se destina a la venta en el mercado (Volpedo *et al.,* 2005).

En relación a los sistemas de engorde a corral, los mismos se han incrementado en el área aledaña al Sitio Ramsar en la última década, generando en algunos casos conflictos entre vecinos de las diferentes localidades (Castelli, Tordillo, Chascomús y Dolores), además de potenciales impactos en los cuerpos de agua próximos, por el aporte de

nutrientes y/o compuestos orgánicos de uso veterinario. En este tipo de sistemas intensivos de engorde a corral el buen manejo del establecimiento ganadero en relación a la ubicación de los comederos, el tipo de alimento balanceado y al manejo de los montículos de excretas bovinas minimiza el impacto de esta actividad agropecuaria(Moscuzza, 2010; Yoshida, 2011).

Las fuentes de energía eléctrica y de agua que abastecen a las Estaciones Agro-Pecuarias EAP de los partidos involucrados se presentan en las Tablas 18y 19. La presencia de grupos electrógenos y la red de electrificación rural son las principales fuentes de energía eléctrica y secundariamente las alternativas como la energía solar y eólica, han tenido en la última década una incipiente implementación (Tabla 18).

Partido	Red de electrificación rural	Grupo electrógeno	Eólica	Solar	Otras
Magdalena	361	95	4	34	9
Castelli	47	52	1	27	2
Tordillo	25	16	-	32	17
General Lavalle	28	53	8	78	9
La Costa	-	2	1	-	9
General Juan Madariaga	76	86	5	112	5

Tabla 18
Fuentes de energía eléctrica de las explotaciones agropecuarias (EAP) por partido.

El agua que abastece a las EAP es agua subterránea principalmente (Tabla 19)

Partido	Superficial			Subterránea
	Canal o acequia	Toma directa		
		Sin bombeo	Con bombeo	
Magdalena	-	-	3	6
Chascomús	1	1	2	7
Castelli	-	-	-	20
General Lavalle	-	-	-	3
La Costa	-	-	6	8
General Juan Madariaga	-	-	2	1
Tordillo	-	-	-	-

Tabla 19
Fuentes de agua de las explotaciones agropecuarias (EAP) por partido.

Extracción de conchillas.

La extracción de conchilla, destinada principalmente a la industria de la construcción y a la elaboración de alimentos balanceados, se realiza básicamente en los cordones de conchilla presentes en el área. En la actualidad existen aproximadamente 7 canteras activas en la zona. El proceso de extracción conlleva el desmonte de talares, la eliminación de la cobertura vegetal y en algunos casos la remoción de la arena. La conchilla de origen fósil es extraída, tamizada y lavada. El agua utilizada para dicho proceso proviene de un acuífero lenticular, única fuente de agua de buena calidad en la zona (Volpedo *et al.,* 2010). Según datos oficiales (Dirección de Minería de la Provincia de Buenos Aires), se extraen en el área lindera a la Ruta Provincial N° 11, más de 160.000 toneladas de conchilla anualmente, lo que representa aproximadamente el 90% de la cantidad de conchilla extraída en toda la Provincia de Buenos Aires.

Pesca:

La pesca costera en Bahía Samborombón se intensificó desde la década de los 90 cuando se propicióuna fuerte inserción de los productos pesqueros bonaerenses particularmente la corvina rubia, en los mercados asiáticos (Bertelo *et al*., 2000). El crecimiento del mercado produjo el desplazamiento de la flota de media altura y de altura, con el asiento en varios puertos en la zona costera bonaerense (Lasta *et al*., 2000; Suquelle y Colautti, 2003). A partir de 1997, las capturas de corvina rubia disminuyeron producto de la sobreexplotación producida en años anteriores. A su vez, comenzaron a regir las normas de captura establecidas (Resolución N°1/99 CTMFM1-CARP2) que indican una talla mínima de desembarque de 32 cm de longitud total. En el periodo (1999-2002) las capturas de corvina rubia aumentaron nuevamente (Tombari *et al.,* 2010).

Los puertos de Bahía Samborombón y sus zonas aledañas son el de Río Salado, El puerto de General Lavalle y el de San Clemente. El Puerto de Río Salado, opera desde 1992 cuando se trasladaron embarcaciones desde el puerto de Mar del Plata, Quilmes y Tigre, si bien en ese momento había 61 embarcaciones en la actualidad hay aproximadamente 10 embarcaciones que no superan los 15 m de eslora y pescan con arrastre en parejas (Lasta *et al.,* 2001). En el puerto de General Lavalle, operan entre 6 a 10 embarcaciones de 12 a 15 m de eslora, que también utilizan como artes de pesca el arrastreen parejas (Lasta et al., 2001). La flota de San Clemente está integrada por 40 pescadores con embarcaciones de 6 a 8 m de eslora, que utilizan como artes de pesca los trasmallos, redes agalleras y espineles y pescan a aguas de la bahía o bien en la desembocadura de los canales que drenan sus aguas a la bahía que capturaron 1.050 toneladas aproximadamente (García, *com.pers.*).

En 2012 la captura máxima permisible (CMP) fue de 37.000 toneladas anuales (Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, 2012). La Subsecretaría de Pesca de Argentina detalló que desde el 1 de enero al 3 de agosto de 2012 se desembarcaron en los puertos nacionales 16.974,7 toneladas de corvina. Esta cifra evidencia una suba del 14,5% con respecto a las descargas registradas hasta el 31 de julio de 2011, que sumaron 14.821,4 toneladas, muchas de estas capturas fueron realizadas en proximidades de la Bahía Samborombón.

Las capturas totales de los puertos de General Lavalle, Río Salado y San Clemente en el periodo 1989 a 2010 informadas por MInAgri (2012) se representan en la Figura 53.

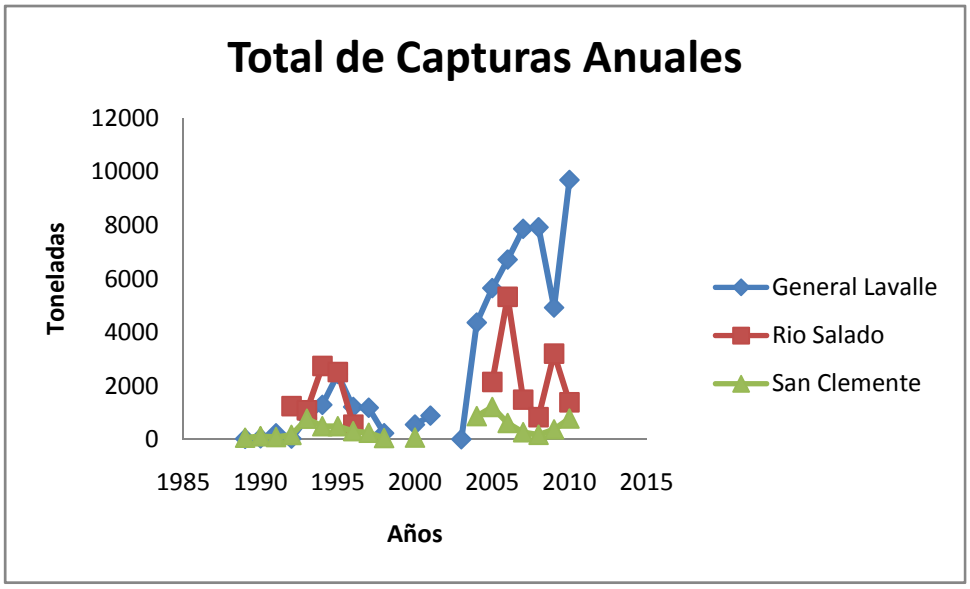


Figura 53

Capturas de los puertos relacionados a la Bahía Samborombón y zonas aledañas en el periodo 1989-2010.

Las especies destinadas a la pesca (comercial y de subsistencia) son la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y Pez palo (*Percophis brasiliensis*), la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), la corvina negra (*Pogonias cromis)*, el pargo blanco (*Umbrina canosai*), el córvalo (*Paralonchurus brasiliensis*), la palometa (*Parona signata*), la pescadilla real (*Macrodon ancylodon*), el águila de mar (*Myliobatis goodoidei*), el gatuzo (*Mustelus schmiti*), siendo las dos primeras las más importantes (Menni, 1984; Cousseau y Perrota, 2000; Rico *et al.,* 2012).

En la Figura 54 se presenta las capturas de las especies más relevantes del área a nivel provincial.

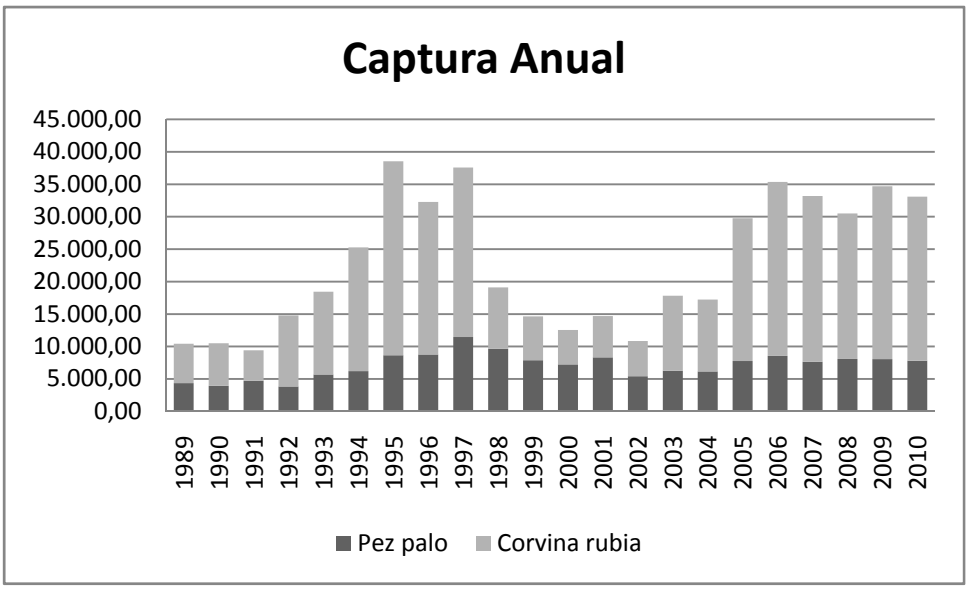


Figura 54

Capturas (toneladas) de la corvina rubia y el pez palo periodo 1989-2012.

Es importante destacar que las aguas someras de la Bahía Samborombón son el centro de cría y desarrollo de muchas especies comerciales, y por ello se han detectado problemas asociados al descarte pesquero, ya que los juveniles de especies comerciales como la corvina rubia, integran el 90% del descarte de esta misma pesquería, por lo que a corto y mediano plazo las poblaciones presentes en el área se pueden ver afectadas.

En un reciente trabajo Avigliano y Volpedo (2013) determinaron que para la especie dulceacuícola *Odontesthes brasiliensis* (pejerrey de agua dulce), la Bahía Samborombón actuaría como refugio en los meses estivales donde esta especie desaparece de la Cuenca Baja del Plata.

Caza:

La caza que se practica en la Bahía está asociada a la subsistencia, tanto para el uso directo de las piezas como un complemento en la dieta de los pobladores, como para la comercialización de pieles o subproductos de la misma. Las especies más cazadas son: coipos o falsas nutrias (*Myocastor coypus*), inambúes o pérdices, patos y cerdos salvajes (*Sus scrofa*).

En el 2003 para el área de la Bahía se estimaba que había al menos 30 cazadores de tiempo completo (5 días de la semana, 8 hs diarias) dedicados a la actividad (Bó y Porini, 2003). Estos cazadores capturaban 2.000 coipos aproximadamente por estación de caza (Bó y Porini, *com pers)*. Sin embargo está actividad ha mermado en los últimos años, debido a la baja del precio de las pieles en el mercado.

Actividad turística:

La actividad turística propiamente en la Bahía es escasa y sólo está vinculada al turismo ruraldesarrollado en algunos establecimientos agropecuarios de la Bahía, a la observación de aves, y a la pesca y caza deportiva. Sin embargo en la zona sur de influencia de la Bahía el turismo estival realizado en los balnearios del Partido de la Costa es la actividad principal. El número de turistas que visitaron el Partido de la Costa en enero y febrero en 2012 fue de un millón de personas aproximadamente (Secretaria de Turismo de la Provincia de Buenos Aires, 2012). El turismo en esta área se desarrolla desde la década del 40, intensificándose en las últimas décadas.

En la zona sur de la Bahía, Punta Rasa se destaca por la realización de deportes náuticos durante todo el año, actividad que se contrasta en muchos aspectos con las áreas de presencia de aves migradoras de importancia global.

Temperie, Variabilidad y Cambio Climático. Conceptos básicos. Sus efectos, en tiempo y espacio.

Los procesos atmosféricos se desarrollan en varias escalas temporales y superficiales. Además, se caracterizan por sus intensidades ysus distintos grados de interconexión con otros componentes del entorno ambiental, sean naturales o humanos. Las interacciones entre las variables que conforman a los procesos atmosféricos con procesos biológicos, hidrológicos, marinos, de la litosfera y la criosfera han definido la inserción de especies, las características del paisaje terrestre, modelado por el viento y las precipitaciones y sus escorrentías y procesos de infiltración, etc.

La temperie o tiempo meteorológico y el clima, así como sus variables más comunes, p.e.: temperatura, precipitaciones líquidas y sólidas, incluido el granizo, viento, nubosidad, insolación, humedad, etc.definen las condiciones de habitabilidad natural de cada región del planeta.

La temperie, palabra escasamente utilizada en el lenguaje nacional, constituye una de las típicas formas de destrucción del lenguaje. Ello a pesar que, cuando una persona o un objeto se encuentran al aire libre, sin protección alguna, usamos decir “está en la intemperie”, es decir, está metido en la temperie.

Además de la destrucción del lenguaje se hace evidente una grave ceguera tecnológica, mucho más grave cuando los medios de comunicación oral y escrita y la omnipresente televisión, hablan del clima del día, cuando el clima se define como un valor medio de las condiciones atmosféricas de cada región, con los valores de los promedios de las variables meteorológicas antes mencionadas, durante un intervalo no menor de 30 años.

Son esos valores medios los que definen el clima, mantenidoprácticamente constante, por siglos, dentro de un rango acotado, aunque temporariamente cambiante por la denominada variabilidad climática.

Siguiendo rigurosamente las definiciones adoptadas por la Organización Meteorológica Mundial, agencia especializada de las Naciones Unidas:

- Temperie es el estado de la atmósfera en un instante dado, definido por las diversas variables meteorológicas.
- Clima es la síntesisde las condiciones meteorológicas en un lugar o región determinada, caracterizada por las estadísticas a largo plazo (valores medios, varianzas, probabilidades de valores extremos, etc.), de los elementos meteorológicos (variables meteorológicas), en dicha área.
- Cambio climático abarca todas las formas de inconstancia climática.Esto es, cualesquiera diferencias entre las estadísticas a largo plazo de los elementos meteorológicos, calculados para distintos períodos, pero correspondientes a la misma zona, con independencia de su carácter estadístico o sus causas físicas. Los cambios climáticos pueden resultar de factores tales como los cambios de la emisión,los cambios a largo plazo de elementos de la órbita terrestre (excentricidad, oblicuidad de la eclíptica, precesión de los equinoccios), los procesos internos naturales del sistema climático o el forzamiento antropogénico (por ejemplo, aumento de las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono o de otros gases de efecto invernadero).
- Variabilidad climática: en el sentido más general, el término variabilidad climática designa la característica intrínseca del clima, que se manifiesta por cambios del clima con el tiempo. El grado de variabilidad climática puede describirse por la diferencia de las estadísticas a largo plazo de elementos meteorológicos calculados para diferentes períodos.

El Vocabulario Meteorológico Internacional y las definiciones del Atlas de Nubes, ambos publicados por la Organización Meteorológica Mundial suministran las definiciones oficiales de los elementos meteorológicos o meteoros. El Glosario, de este Informe, incluye las definiciones más comúnmente utilizadas en la información meteorológica. Como ya ha sido mencionado, las condiciones del tiempo y el clima definen efectos diversos sobre los sistemas naturales y humanos. El clima define la factibilidad de los cultivos y las crías. Los climas de las regiones áridas y desérticas así como de las estepas heladas no permiten el establecimiento y desarrollo de especies típicas de las regiones templadas; salvo claro está, en condiciones de entorno artificiales. El uso de invernáculos, durante el invierno resuelve los problemas de heladas y fríajes que perjudicarían inclusive a los cultivos típicos de la región. Como dijéramos antes, no se ven caravanas de camellos en la Antártida, ni cardúmenes de pirañas en el Lago Titicaca.

Evidentemente, el cambio climático modificará las condiciones atmosféricas prevalecientes en cada región, conduciendo a la relocalización de cultivos y crías. La producción del champagne francés ya no es posible en Francia, debido a que el incremento de la temperatura y los cambios en los balances hidrológicos de la región de Champagne, han cambiado la calidad de la uva Pinot Blanc, obligando a los productores francés a comprar tierras en el sur de Inglaterra, para cultivar sus viñas, manteniendo la calidad del producto. Desde hace décadas, el café Santos, de Brasil, ya no se produce en la zona deSantos, en el Estado de >San Pablo. Los cultivos han sido transferidos al Estado de Belo Horizonte,

La expansión de enfermedades tropicales a regiones geográficamente identificadas como templadas, se debe a que el aumento de las temperaturas y humedades ha originado la expansión del hábitat de los insectos vectores hacia estas regiones.

En cuanto a la variabilidad climática, como ha ocurrido en el año 1925, con un proceso ENOS, que se extendió por tres meses, la situación fue relativamente semejante. El hecho es que, finalizado el proceso, las condiciones volvieron a ser las prevalentes anteriormente. Consecuentemente, los efectos adversos, sobre los cultivos y las crías, cesaron, con el retorno al clima propio de la región,

Los efectos de la temperie son más puntuales y su duración depende de las condiciones de vulnerabilidad de la región afectada. Zonas inundables, como ocurrió ya en la Provincia de Buenos Aires, durante 1985 y los años siguientes, llevaron a alguna autoridad nacional a sugerir el aumento de cría de peces, en las zonas inundadas.Los estudios sobre las condiciones de lagunas, reservorios y humedales, que lleva adelante del Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires serán de importancia en las tareas orientadas al logro del desarrollo sostenible en el Sitio Ramsar.

En cuanto a la temperie y sus eventos extremos, los impactos dependen de la vulnerabilidad y la localización del afectado y nos han llevado a insistir en la urgencia por mejorar la resiliencia de lo impactado, sea un ecosistema natural, un sistema manejado o una comunidad y sus bienes.Lamentablemente, la carencia de observaciones, en número y calidad suficiente, el monitoreo de las variables que impactan al entorno y sus ocupantes, y la falta de servicios de vigilancia, con avisos y alertas tempranas, han hecho del mal uso del suelo pampeano una fuente de riesgos sin control. Los eventos extremos, tormentas, tornados, olas de calor, sequías, son los flagelos para los que la comunidad del Sitio Ramsar necesita con urgencia la decisión política que provea su seguridad y promueva el desarrollo sostenible del Sitio. Una decisión trascendente es la adopción del Plan de Acción de Hyogo, establecido por la Estrategia Internacional sobre Reducción de Desastres, de las Naciones Unidas (EIRD-UN), A este respecto, las recomendaciones que se hacen involucran el desarrollo de los sistemas de observación y vigilancia

ambiental, básicos para que el Sitio y sus adyacencias puedan contribuir a la implementación del Plan de Acción de Hyogo, tarea nacional que involucra a los servicios fundamentales y, lógicamente, a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Identificación y definición de los objetos de conservación.

Estado actual y condiciones de vulnerabilidad frente a la variabilidad climática y el cambio climático en el Sitio Ramsar

Los objetos de conservación identificados en la Bahía Samborombón como prioritarios por su relevancia ecológica son: el venado de las pampas, los talares, las aves costeras que usan el pastizal, las marismas y las franciscanas.

El **venado de las pampas**(*Ozotoceros bezoarticus*) posee un estadode conservación categorizado como en Peligro Crítico (EN) a nivel nacional. La BahíaSamborombón es elúltimo núcleo poblacional de esta especie para la provincia de Buenos Aires, estimada entre200 y 300 individuos (Plan Nacional para la Conservación del venado de las pampas en Argentina,2011). La población de venados de la Bahía sufre impactos producidos por la fragmentación del hábitat y la intensificaciónde la explotación agricolaganaderade las últimasdécadas. Además diferentes autores han observado que en el ámbito de la Bahía, la caza furtiva y el incremento de especies exóticas (particularmente perros y chanchoscimarrones), son las principales causas que afectan la recuperación delos venados (Vila 2006; Vila *et al.,* 2008; Miñarro *et al.,* 2011).

En relación a la vulnerabilidad al cambio climático, esta especie que posee en el sur de la bahía la mayor concentración de individuos según los censos (Perez Carusi *et al.,* 2009)ya que usan dicha área para alimentarse y como refugio, podría verse afectada en la reducción de su número población. Esto podría ocurrir debido a que el aumento de las precipitaciones producirá cambios en la distribución de las comunidades vegetales que son ítems alimenticios del venado, por anegamiento de las zonas bajas.

Los **bosques de tala (*Celtis tala*) o talares** son unidades vegetales que se desarrollan sobre los cordones de conchillas y se extienden paralelos a la línea de costa, siguiendo las antiguas líneas costeras de la paleobahía. Estas especies están en retrocesos debido a la tala de bosques, sin embargo a pesar de que existe una Ley de Bosques que regula su tala, existen diferentes factores que influyen en la regeneración de *C. tala*. Arturi y Goya (2004)determinaron diferentes factores que afectan la recuperación de los bosques de tala como ser: el déficit hídrico (causa principal de mortalidad de las plántulas y el

rápido desarrollo de las mismas puede constituir la vía de escape a ese factor), la escasez de agua en épocas de sequias que afecta el desarrollo de plántulas, las limitaciones de disponibilidad de luz (en bosques nativos cerrados). Todos estos factores hacen que su regeneración sea dificultosa.

Las comunidades de talas, con el aumento de las lluvias previstas por los escenarios del cambio climático en el área de la Bahía mejorarían las posibilidades de recuperación de los bosques de tala ya que el déficit hídrico que afecta la distribución de las plántulas se reduciría. Sin embargo, si bien las condiciones ambientales serían beneficiosas para esta comunidad vegetal, existen factores asociados a las actividades antrópicas no sustentables como la minería, que de continuarse su implementación en el área, seguirían afectando a los bosques de tala por la deforestación que se produce con el fin de extraer las conchillas.

Las **aves**(como por ejemplo *Pluvialis dominica* y *Tryngites subruficollis*) presentan diferentes grados de uso del pastizal. Isacch y Cardoni (2009) analizaron distintos manejos ganaderos para determinar el grado de compatibilidad con la conservación de la diversidad de aves que habitan los pastizales costeros de la Bahía Samborombón. Estos autores establecieron que existe un contraste entre los tipos de manejo ganadero ysus efectos sobre las especies de aves de pastizal de pastos altos y cortos. En pastizalescortos la presencia de las aves playeras sería favorecida por un pastoreo continuo,mientras que en espartillares las especies de pastos altos serían favorecidas por laausencia de pastoreo o con baja carga. Por otro lado hay especies de pastizal queprefieren la matriz pasto corto/pasto alto generada por el pastoreo sobre los pastos altos. Estos resultados permitieron concluir que en la Bahía Samborombón deben realizarse diferentes tipos de manejo para conservar a toda la diversidad de aves de pastizal (avesmigratorias y aves especialistas del pasto alto), por lo que excluir el uso ganadero no sería la estrategia más beneficiosa si se pretende conservar atodas las aves de pastizal. El pastoreo sería compatible con la presencia de aves de pastos cortos, por lo que se podría aumentar la cargasobre los pastizales cortos y dejar descansar más tiempo los pastizales altos, pudiendoquedar compensado el balance final.

En relación con las aves, la vulnerabilidad frente a la variabilidad climática en el Sitio Bahía Samborombón estaría asociada a la conservación de áreas con pastizales cortos y de pastizales altos. Este tipo de comunidades se mantendrían en los escenarios de cambio climático previstos en el área que consideran un incremento de las precipitaciones. Sin embargo podría cambiar el área de distribución de las mismas tanto sea la redistribución espacial de las comunidades vegetales asociadas, como por los cambios en el uso agropecuario del área.

Las **marismas** son los ambientes más representativos del área y de su conservación dependen numerosas especies, así como laconservación de la zona costera. Las

marismas de Bahía Samborombón fueron estudiadas por Isacch *et al.* (2006). Estos autores determinaron que las especies características de estos ambientes son *Spartina alterniflora*, *S. densiflora* y *Sarcocornia perennis*.

La distribución de estas comunidades con los efectos del aumento del mar, el incremento de las precipitaciones y la erosión de la zona costera es posible que se modifiquen. Sin embargo esta variación es compleja de determinar espacialmente ya que no se tienen datos temporales sobre los parches de estas comunidades imposibilitándose hasta el momento saber si los parches aumentan o disminuyen de superficie. Pero puede sugerirse que esta comunidad es vulnerable y su distribución será afectada por el cambio climático.

El delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei)* es una especie emblemática del área que está caracterizada como especie vulnerable por la UICN. Los estudios de bioecología sobre este delfín se desarrollan desde hace 30 años, sin embargo en las últimas décadas se han realizado destacados esfuerzos para estudiar las poblaciones de este mamífero (Costa Urritia et al., 2012). Los resultados obtenidos sugieren que existen varios grupos poblacionales en la costa de Atlántico Sudoccidental. Esta especie es capturada accidentalmente en la pesca artesanal ya que la franciscana se acerca a la costa y frecuenta las mismas áreas donde se desarrolla a la actividad pesquera costera. En relación a la vulnerabilidadde la franciscana respecto al cambio climático,ésta estaría asociada a los potenciales cambios en la presencia de sus ítems presa de los que se alimenta ya que es posible que se incremente la pauperizaciónde la oferta alimenticia la cual ya fue detectada por Zapata *et al.* (2006) producto de la sobrepesca; sin embargo también podría afectar a estaspoblaciones diferentes patologías, tal como se ha observado en otros mamíferos marinos, sin embargo se carecen datos relacionado al aumento de patologías en esta especie.

En este contexto se determinaron para el estudio de los objetivos de conservaciones pautas metodológicas, planteándose para algunos de estos objetivos una escala de paisaje y radio particular en el análisis del paisaje. La información surgida del este análisis se presenta en el Capítulo 2.

Análisis situacional de los impactos y la vulnerabilidad ante la modificación del clima, en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y adyacencias

Este análisis de situación por los efectos del calentamiento terrestre plantea la necesidad de destacar que es que ha ocurrido desde que se hicieron evidentes sus efectos,

prácticamente, a partir de mediados del siglo 20. Los párrafos anteriores[2]nos informan sobre los impactos observados en el extremo sur de América del Sur, particularmente en la región del Sitio Ramsar y sus adyacencias.

Sin embargo, con el objeto de fundamentar la validez de las proyecciones posibles del cambio climático y sus consecuencias sobre los sistemas naturales y humanos, es oportuno y necesario mencionar lo ocurrido con los sistemas físicos y biológicos en la escala global. Es decir, sobre todos los continentes y en la mayoría de los mares y océanos del mundo.

Es por demás evidente que los sistemas naturales y humanos ya han sido afectados por los cambios climáticos recientes, particularmente por los incrementos en las temperaturas regionales.El Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), ha evaluado que esta afirmaciónes de muy alta certidumbre.No ocurre lo mismo con los sistemas humanos, como la agricultura, la forestación, el transporte, etc., para los cuales varias medidas de adaptación (p.e. selección de especies, avances técnicos y otros) han sido factores agregados que hacen complejo definir grados de certidumbre sobre la naturaleza de los impactos, aunque, como lo demuestran varias acciones tomadas por empresas e individuos, hay varios impactos, de naturaleza climática, que cambian rendimientos y otras características en estos sectores.

Las evaluaciones de los cambios observados debidos al calentamiento terrestre realizadas a escala mundial, demuestran que, en las últimas tres décadas, el cambio climático ha tenido una influencia discernible sobre muchos de los sistemas físicos y biológicos. Lo muestran la rápida fusión de los glaciares del mundo, el cambio de la circulación atmosférica en diferentes regiones, la extinción de especies, etc.

Estas circunstancias, así como los avances científicos en el campo de las ciencias ambientales, muestran diversos desarrollos vinculados al proceso del cambio del sistema climático, así como con respecto a las interacciones entre procesos físicos y entre procesos físicos y biológicos.

Surgen así medidas para incrementar la resiliencia de los sistemas naturales y humanos, para analizar mejor la vulnerabilidad de los mismos ante efectos directos e integrados del cambio ambiental global, para definir estrategias de adaptación así como de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otras. El estudio de portafolios

[2] “Condiciones de la Temperie, el Clima y eventos extremos. Cambio climático”, “Condiciones geofísicas”, “Análisis hidrometeorológico de la Bahía de Samborombón”, y “Temperie, Variabilidad y Cambio Climático. Conceptos básicos. Sus efectos, en tiempo y espacio”

integrados de adaptación y mitigación, se ha ido transformando en una herramienta apropiada para paliar la génesis del calentamiento terrestre y sus efectos adversos.

A pesar que, por las razones mencionadas en los párrafos anteriores, la información que sigue no puede ser aplicada, de manera general y efectiva, en el estudio que nos ocupa, el reconocimiento de la existencia de condiciones cambiantes del clima y de los efectos adversos de sus eventos extremos ha aumentado la demanda de información sobre estas cuestiones y sus posibles medios de paliación, por parte de los niveles de decisión, oficiales y privados. Es por eso que el IPCC produce con cada Informe de Evaluación un Informe de Síntesis, que incluye las conclusiones relevantes para la toma de decisión que, evidentemente, está asociada al requerimiento ineludible de realizar estudios de impacto y de riesgo, previos a la planificación de cualquier proyecto de desarrollo.

Aceptando que el desarrollo futuro del sitio Ramsar y sus adyacencias, debería transcurrir a través de trayectorias sostenibles, la información que sigue tiene por objeto hacer que los niveles de decisión adquieran la debida conciencia de que el progreso del sitio deberá enfrentar convenientemente los límites al crecimiento impuestos por la finitud de los recursos y servicios naturales de la región.

En los estudios de vulnerabilidad y riesgo, estas cuestiones conducen al pedido casi inmediato de proyecciones de las variables ambientales a futuro (incluyendo el corto y mediano plazo), utilizando modelos climáticos.Evidentemente, los modelos matemáticos comenzaron a ser desarrollados con el objeto de eliminar aquella antigua mecánica de prueba y error, generalmente utilizada para encaminar los desarrollos que buscan el progreso individual y el colectivo.

Lamentablemente, existen varios requerimientos previos a la puesta en ejecución de modelos bio-geofísicos para proyectar las variables que definirán las condiciones futuras posibles del entorno ambiental y, con ellas, las condiciones de los recursos y servicios naturales y gerenciados que sustentaría a la población, la región y sus medios, en el futuro, cercano o lejano.

Un requerimiento fundamental, que ha sido mencionado en la información precedente, es la disponibilidad de información básica, biológica, física, social y económica. Este requisito está muy lejos de ser satisfecho en muchos países del mundo, en particular en las regiones en vías de desarrollo.

No por casualidad, este estudio de vulnerabilidad ha sufrido la falta de información. Trabajamos en una región en vías de desarrollo y ya hemos mencionado esta falta así como las recomendaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) que, en su Artículo 5 plantea este requerimiento.

Pero, lamentablemente, esto no es todo. El futuro de los sistemas naturales y humanos y de la sociedad que habita la Tierra no depende sólo de relaciones matemáticas, depende fundamentalmente de la manera que utilicemos los recursos que aún disponemos.

Por ejemplo, comprobado que la productividad o rendimiento de los cultivos, los bosques y la calidad y volumen de materia que provean plantas y animales, depende de variables ambientales como, por ejemplo, la temperatura y la humedad. La creciente tasa de consumo de los combustibles fósiles, la deforestación, la generación de residuos, el aumento de la contaminación local y regional, etc., contribuirán para modificar al estado de la atmósfera futura, con un neto e ineludible impacto en las proyecciones del clima futuro.

En este contexto, el análisis de las conclusiones del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007), dio origen a un Taller sobre "Future Climate Change Research and Observations", organizado por el Programa Mundial de Investigación Climática (OMM), el Programa Mundial de la Geosfera y la Biosfera (CIUC) y el Sistema Mundial de Observaciones Climáticas (OMM), que concluyó recomendando la urgente necesidad de aumentar las redes de observación geofísica, la colección de datos biológicos y del mejoramiento de los modelos matemáticos del clima, pasando por un estudio serio de los posibles escenarios socio-económicos futuros.

Al respecto, es necesario destacar que el desarrollo científico, en lo concerniente a la física del cambio climático, encuentra graves limitantes en lo relativo al desarrollo de la sociedad humana. En efecto, no se han podido prever trayectorias convincentes de su desarrollo futuro. Su avance económico está viciado de fracasos graves, absolutamente justificados por las brutales crisis económicas que enfrenta ya la humanidad entera. Los propios países desarrollados, cuya huella ecológica excede en más del 500 % las posibilidades del uso sostenible de los recursos y servicios naturales del planeta, enfrentan su futuro con los errores garrafales que derivan de la utilización excesiva de la ambición humana por tenerlo todo,por lograr un confort excesivo. Así lo demuestran los niveles de decisión, tanto oficiales como privados, cuando para amortiguar sus crisis económicas exacerban la crisis ambiental vinculada al cambio climático y, consecuentemente, al cambio ambiental global.

En efecto, se impulsa la venta de automóviles y electrodomésticos, por los cuales es ávido hasta el más pobre habitante del planeta, en vez de promover el desarrollo de sistemas no contaminantes, reducir las emisiones y utilizar energías renovables, a las que hay continuar desarrollando. Además, en tales tipos de desarrollo a ultranza, es destacable la falta de equidad y la carencia de solidaridad.

Por estas razones y las derivadas de la extracción y comercio de combustibles fósiles, se ha llegado a la situación inexplicable ambientalmente, de eliminar redes ferroviarias, para

auspiciar el transporte mediante sistemas automotores, generadores de creciente emisiones de dióxido de carbono y otros contaminantes críticos.

El IPCC, responsable del estudio del cambio climático y sus impactos, utilizó varios escenarios socio-económicos, orientados a identificar los principales factores que definirían las tasas de emisiones futuras de gases de efecto invernadero, sean demográficas (tamaño de la población mundial), tecnológicas (métodos y procedimientos para el uso efectivo y racional de recursos y servicios naturales y humanos) y las vinculadas al desarrollo económico, fuente, según se mencionó, de angurrias financieras, que, entre otras cosas, favorecen a la deforestación, la minería contaminante y los demás flagelos, visibles e invisibles que "contaminan" a la sociedad.

En la necesidad de lograr escenarios socio-económicos tan parecidos al devenir de la comunidad mundial, en las próximas décadas, hasta el siglo siguiente, el IPCC sugirió diversos escenarios y en respuesta a la evaluación de validez del escenario de emisiones previo, el IPCC ISD92, en 1996, el plenario del Panel planteo el uso de nuevos escenarios, desarrollados por el Grupo de Trabajo 3, sobre Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, en su Special Report on Emission Scenarios, publicado en el año 2000.

Sin entrar en mayores detalles, el Plenario del IPCC de 2008 (Budapest, 2008), decidió sobre la necesidad de nuevos escenarios contestes con la realidad del desarrollo de la sociedad contemporánea. Esos nuevos escenarios se aplicarían en la evaluación del quinto informe del IPCC, que sería completado en el año 2015.

Reiterando lo expresado por el ya mencionado Taller sobre "Future Climate Change Research and Observations (Melbourne, 2008), la proyección del estado del sistema climático a futuro continúa siendo uno de los problemas graves, que afecta al desarrollo científico de la física del cambio climático e inhibe al estudio de los impactos futuros del mismo y de la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos. La situación es más grave por la reconocida dificultad en proceder al cambio de la escala global a la regional.

Tal es la cuestión que debe ser comprendida y que justifica la razón de referir, en cada conclusión, los grados de certidumbre de la premisa relativa a vulnerabilidades e impactos y, de varias maneras, al desarrollo de estrategias de adaptación y al dimensionamiento de medidas de resiliencia.

Lo expresado no significa que lo desarrollado por la ciencia deba ser dejado de lado. Como fuera mencionado, existe el Principio Precautorio[3]y, además, varias conclusiones

[3] Principio Precautorio: es un concepto que respalda la adopción de medidas protectoras ante las sospechas fundadas de un riesgo grave para la salud pública o el ambiente.

del IPCC y los grupos científicos del mundo dedicado a los flagelos ambientales, de entre los cuales el cambio climático, aparece como el más insidioso, siendo además uno de los más visibles.

En vista de lo expresado, se presenta un análisis somero del estado del arte y una comparación entre resultados obtenidos mediante diferentes modelos.

Proyecciones utilizadas en este estudio realizadas con diferentes modelos y distintos escenarios socio-económicos.

Los modelos que involucran a todo el planeta se conocen como Modelos de Circulación General (GCM, por sus siglas en inglés) y reproducen, por lo general el estado horario de toda la circulación sobre el planeta, en varios niveles, desde la superficie hasta por lo menos 18km s.n.m. (límite de la troposfera en los trópicos) y se derivande allí las medias climáticas, de estos productos del modelo, de la misma forma que se hace con las observaciones.

Los primeros modelos, a fines de la década de 1960 sólo consideraban los elementos básicos de la dinámica de fluidos en una esfera rotante. Hoy incluyen diversos submodelos interactivos con el modelo principal de circulación atmosférica para poder representar gran parte de los subsistemas del sistema climático, como por ejemplo los océanos, química atmosférica, uso de suelos, dinámica de hielos, emisiones antrópicas, etc. Así por ejemplo un GCM acoplado con circulación oceánica se conoce por la sigla AOGCM (atmospheric-ocean general circulation model). Si no incluyen a la estratosfera son modelos low-top, si la incluyen son modelos high-top. Algunos modelos ya incluyen a la mesósfera (hasta 100km sobre la superficie) para mejorar la modelización de los procesos estratosféricos claves para el funcionamiento del sistema climático.

En la práctica hay que tener en cuenta varios aspectos. Debido al gran poder de cómputo necesario para estimar la circulación atmosférica sobre todo el planeta y en todos los niveles necesarios, surgen límites para la grilla tridimensional que se utiliza para llevar adelante los cómputos. Por lo general los modelos tipo GCM rara vez tienen una resolución espacial mayor a los 2 grados de latitud. Esto permite un tiempo razonable de cálculo, pero surgen diversos inconvenientes, como la reducción en la altura de las cadenas montañosas, indefinición de los contornos de los ecosistemas, áreas productivas (y peor aún áreas urbanas, que se ubican muy por debajo de la escala de los modelos) y los límites de las zonas costeras. Como ejemplo, en esa resolución, la Cordillera de los Andes queda reducida aproximadamente a un tercio de su altura, con las consecuencias que esto trae para la circulación atmosférica sobre el Cono Sur y Sudamérica en general. Esto no quiere decir que los modelos no sean útiles sino que

representan una primera etapa en el estudio de la evolución del sistema climático, que requiere refinamientos para poder realizar estudios regionales y locales, como el que aquí nos concierne.

Es posible resolver en parte este conflicto recurriendo al llamado "downscaling", que puede ser tanto estadístico como dinámico. Mediante el "downscaling" es posible comenzar a incluir diversos procesos y aspectos topográficos y biogeográficos que en los GCM son sub-escala, por ser de dimensiones inferiores a la resolución de las grillas de computo. Así por ejemplo ciertos procesos atmosféricos como sistemas de mesoescala pueden comenzar a ser contemplados en los modelos. En la aproximación estadística se trata de incluir los procesos subescala mediante consideraciones netamente estadísticas.

En el "downscaling" dinámico observaciones o productos de baja resolución espacial de los GCM se utilizan como condiciones de contorno de modelos numéricos con grillas de mucho mayor resolución en los que se recalculan todas las ecuaciones y aproximaciones estadísticas en esta nueva resolución. Los llamados modelos de clima regional (RCMs) corresponden a los modelos de "downscaling" dinámico, que se utilizan para evaluar el comportamiento del sistema climático en una región acotada, con mejor calidad que los productos de los GCM, y con una resolución que hoy sería inferior a los 25km de grilla. De esta forma se optimizan local o regionalmente las salidas de los modelos GCM. Existen unas dos decenas de modelos RCM que se aplican para estudios regionales, tales como el PRECIS del Hadley Centre del Reino Unido, el LMD-CIMA, modelo franco-argentino, RegGCM3 del ICTP, Italia, etc. Las corridas de estos modelos RCM requiere de una importante disponibilidad computacional ya que calcular una realización del modelo para estudios climáticos puede llevar del orden de uno a dos meses de tiempo de CPU en una PC de alto poder de cómputo, en una resolución de 25x25km, que cubra por ejemplo del Pacifico al Atlántico y del Ecuador hasta el norte patagónico. El modelo PRECIS, por ejemplo, permite realizar estudios modificando diversos indicadores como el uso de suelos.

Subsisten grandes diferencias entre modelos GCM aun cuando se estudia el clima reciente. Por lo tanto se ha adoptado la práctica de considerar “ensembles” o promedios de los productos de dichos modelos, que incluyan también corridas de un mismo modelo realizadas con pequeñas diferencias en las condiciones de contorno. De esta manera, por ejemplo, el IPCC en su 4to informe pudo concluir que los modelos disponibles reproducen adecuadamente el sistema climático terrestre y que además estos sólo reproducen las tendencias climáticas y observadas cuando se incluyen en las condiciones de los modelos los forzantes antrópicos. Los modelos forzados sólo con la variabilidad solar y geofísica natural no reproducen las tendencias observadas.

En líneas generales tanto las observaciones como los modelos indican un incremento de la inestabilidad atmosférica y de los sistemas climáticos a medida que se incrementa la

presencia de dióxido de carbono, junto con otros gases de efecto invernadero y creciente concentración de vapor de agua como consecuencia del calentamiento. Sin embargo se observa que los modelos tienen dificultades para representar procesos de variabilidad interanual como ENOS y hay grandes discrepancias con los procesos de variabilidad interdecádica como la Oscilación Decádica del Pacífico (ODP), la Oscilación Multidecadal del Atlántico(OMA), el Dipolo del Océano índico (DOI), para nombrar sólo algunos procesos que pueden tener impactos en nuestro país. Por lo tanto aun es difícil estimar cuales serían los efectos del cambio climático sobre la variabilidad natural.

A su vez existen grandes discrepancias para definir la recurrencia futura de eventos extremos. En líneas generales, sabemos que el cambio climático va a incrementar la incidencia de eventos extremos (Chistensen y otros, 2007). Sin embargo es todavía imposible atribuir a un evento extremo dado una vinculación directa con el cambio climático o con variabilidad natural, debido a la naturaleza probabilística de estos eventos.

El 4to Informe del IPCC indica incrementos en la cantidad de eventos climáticos extremos observados por ejemplo en la región costera de Sudamérica, aproximadamente desde Rio de Janeiro, Brasil, hasta el sur de la Provincia de Buenos Aires, y en la franja de 30 a 40S entre la costa atlántica y la Cordillera de los Andes, pero no es aún posible obtener una idea clara sobre la recurrencia e intensidad de tales eventos en el futuro. Marengo y otros (2009) señala que aún hoy los modelos no permiten estimar adecuadamente la incidencia de eventos extremos en el pasado reciente. Uno de los problemas es la falta de observaciones que permita llevar adelante la validación estadística de los productos de los modelos. Hasta que esto no se logre de manera adecuada no es posible estimar fehacientemente tendencias futuras para este tipo de riesgo.

En pocas palabras los modelos señalan en grandes rasgos lo que es dable esperar desde un punto de vista físico, pero no es posible realizar estimaciones cuantitativas adecuadas en el actual estado de desarrollo de los modelos. En el mejor de los casos se puede decir que tal o cual modelo estima tal incrementoen la ocurrencia e intensidad de los eventos extremos. Los productos de los RCM por lo tanto serán tan buenoscomo las condiciones de contorno que se utilicen con ellos, así como la orografía y la ecogeografía que contengan.

En esta situación los modelos actuales permiten tener entonces una idea estimativa de las tendencias medias del clima, y confirmar que habrá más eventos extremos, aunque esto último sólo de manera cualitativa. Sin embargo en lo que se refiere a los escenarios futuros, los actualmente disponibles y utilizados en el 4to Informe del IPCC, se basan en escenarios socio-económicos elaborados en 1999, que no tuvieron en cuenta el surgimiento del llamado BRIC (Brasil, Rusia, India, China) al que se le suma Sudáfrica.

Por lo tanto las estimaciones hasta aquí realzadas representarían un límite inferior de las consecuencias del cambio climático. Como se señaló anteriormente se debió proceder a actualizar los escenarios socio-económicos que plantea el IPCC para las simulaciones climáticas, teniendo en cuenta tanto lo ocurrido en los últimos años como la situación de las economías emergentes. Actualmente se están concretando las nuevas corridas de los GCM ajustados con los nuevos escenarios. Varias de estas corridas comienzan a estar disponibles en baja resolución en el programa internacional AMIP 5 (Atmospheric Model Intercomparison Project) aunque aún no se ha dispuesto el acceso pleno y abierto a las bases de datos preparadas para poder utilizar los modelos RCM.

En síntesis, los modelos y los escenarios producidos con estos son al momento sumamente útiles para determinar tendencias, sujeto a la credibilidad de los escenarios socio-económicos futuros recientemente actualizados. Pero el uso de sus productos para evaluar eventos extremos, es riesgoso, requiere de un “ensemble” muy grande para acercarse a algún valor mínimamente cercano a la realidad. Por lo tanto no se estimarán aquí escenarios futuros de eventos extremos.

En este marco, los modelos RCM utilizados en Argentina son: el Precis del Hadley Centre, el MM5-CIMA y más recientemente el LMD-CIMA.Sin embargo, es oportuno destacar que si bien los resultados que se logran a través de los diferentes modelos suelen ser divergentes, ellos constituyen la herramienta disponible para proyectar el clima a futuro.

El análisis de las proyecciones de modelos permite inferir posibles escenarios climáticos para el área del Sitio RAMSAR. En primer lugar se considera el ”ensemble” de MCG, presentados en la 2da Comunicación Nacional de la República Argentina (2007). Este conjunto incluye 9 MCGs para evaluar el campo de temperatura media anual y 14 MCGs para el campo de precipitación, estimados para el periodo 2020-2040 para el escenario A1B. Este escenario corresponde a una situación de rápido crecimiento económico, crecimiento de la población mundial hasta mediados del Siglo XXI y la introducción rápida de nuevas tecnologías y un equilibrio en el uso mixto de combustibles fósiles y fuentes de energía renovable. De todos modos cabe tener en cuenta que las diferencias entre los escenarios, en este periodo son escasas ya que recién hacia fines del periodo 2030-2040 se comienzan a observar diferencias estadísticamente significativas en la temperatura media del planeta, entre los distintos escenarios socio-económicos propuestos en el SRES (2000). Recordemos también que son promedios de modelos globales y por lo tanto de baja resolución.

En el caso de la temperatura de superficie se estima un incremento para dicho periodo ligeramente inferior a 1°C respecto de la media climática 1961-1990, para la zona de la desembocadura del Rio de la Plata (Figura 55). En cuanto a la precipitación la media de

modelos arroja un incremento de la precipitación media anual de entre el 8 y el 9%, también respecto de periodo de base 1961-1990.

Según el 4to Informe del IPCC en la evaluación de los escenarios climáticos regionales (Figura 56) en la intercomparación MMD-A1B (hoy denominado CMIP 3) de MCG se infieren para la media anual de temperatura y precipitación para el este de la Provincia de Buenos Aires, considerando la situación para el periodo 2080-2099 respecto de 1980-1999, un incremento de 2-2.5°C y 5-10% de aumento de la precipitación. Para los meses de verano, los valores proyectados son: 2-2.5°C y 10-15% de aumento de la precipitación. Para los meses de invierno, los valores proyectados son: 1.5-2°C y 5-10%, respectivamente. Recordemos sin embargo que los valores de precipitación de estas proyecciones quedan sujetos a los posibles cambios debidos a la recuperación de la capa de ozono y la desaparición del agujero de ozono austral, recuperación estimada para el periodo 2050-2070, y que las sinergías entre este proceso y la acumulación de gases de efecto invernadero no se conocen con precisión.

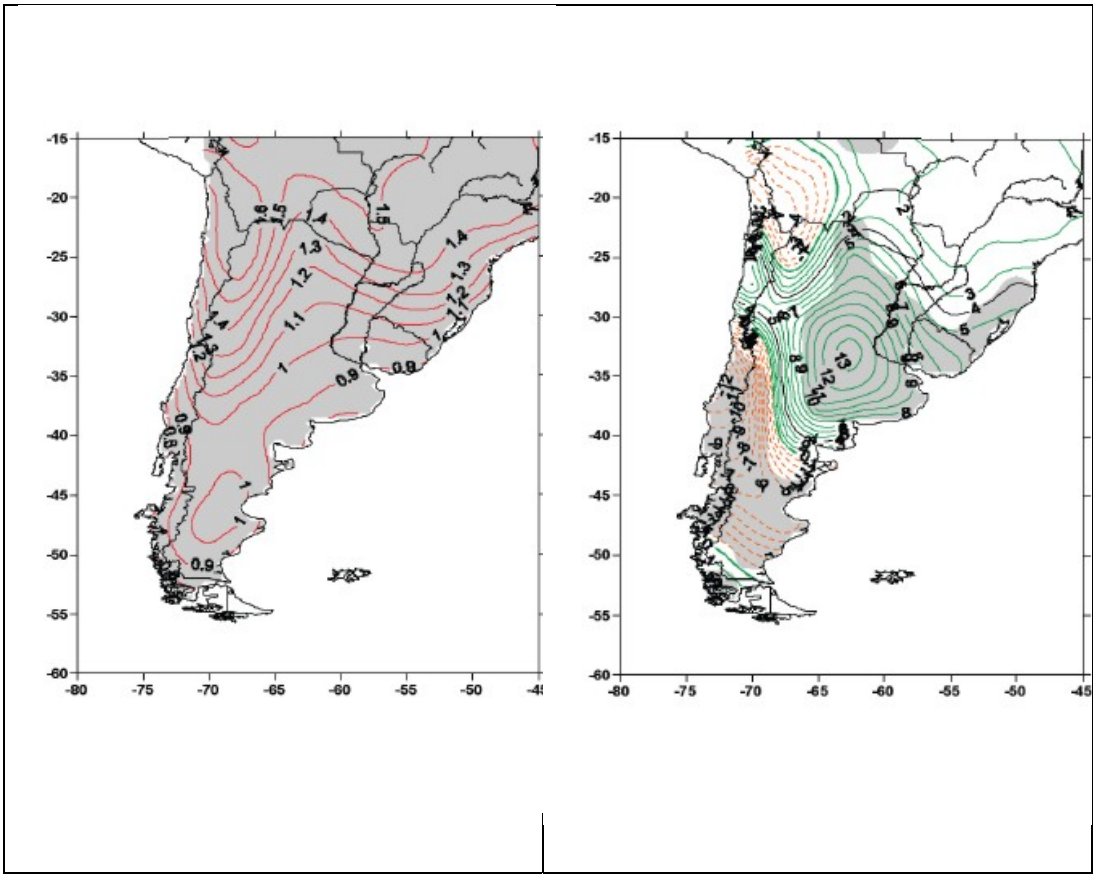


Figura 55
Escenarios de cambios de temperatura y precipitación medias anuales para el periodo 2020-2040 respecto de 1961-1990, para el escenario A1B considerando "ensembles" de MCG.Las zonas sombreadas en gris indican cambios estadísticamente significativos (2da Comunicación Nacional, 2007)

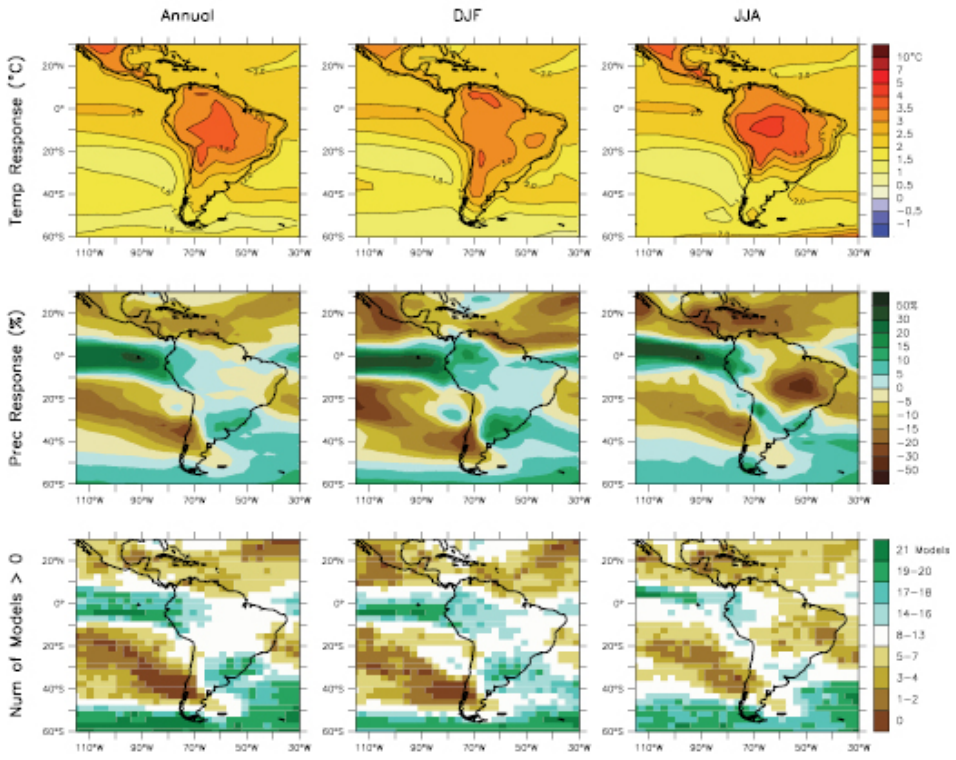


Figura 56
Cambios en la temperatura y precipitación sobre Sud y Centroamérica enlas simulaciones MMD-A1B del 4to Informe del IPCC. Las desviaciones se indican para el periodo 2080-2099 respecto de 1980-1999, para la media anual, de verano (DJF-DEF) e invierno (JJA). La fila de mapas superior indica los cambios en temperatura, la del medio los cambios en precipitación y la fila inferior la cantidad de modelos que indican incrementos en la precipitación.

En lo que se refiere a proyecciones de la región de estudio utilizando modelos RCM, la disponibilidad de estas simulaciones continua siendo escasa. Un reciente trabajo de Carril y otros (2012) señala que un estudio multi-modelo RCM para el sudeste de Sudamérica en el que se evaluó la performance de 4 modelos RCM forzados para el periodo observacional con el mismo reanalisis ERA-40 (asimilación de observaciones satelitales y terrestres) para el periodo 1991-2000 no arrojóresultados satisfactorios. Adicionalmente dada la escasez de observaciones, ya señaladas anteriormente, las incertezas observacionales y de los modelos para algunas estaciones del ciclo anual son similares en algunas regiones del dominio de integración de los modelos. A pesar de estas limitaciones se incluyen a título de muestra algunos resultados de estudios regionales con RCM.

Los escenarios B2 y A2 para la República Argentina para el periodo 2080-2090 (Figura 57) fueron realizados con el modelo MM5-CIMA, forzado con las condiciones de contorno del MCG HadCM3, del hadely centre del Reino Unido (2da Comunicación Nacional, 2007). Este modelo anidado cuenta con una resolución espacial de 40km. El escenario B2 corresponde a una situación socio-económica global donde se pone énfasis en las soluciones locales para la sustentabilidad social, económica ambiental. En este caso se considera una población creciente durante todo el siglo XXI, con un desarrollo económico

intermedio y un cambio tecnológico más dispar y lento que en el escenario óptimo B1. El escenario A2 representa un mundo heterogéneo, sin integración. El desarrollo económico es fragmentado y dispar, así como la búsqueda de soluciones tecnológicas. La tasa de crecimiento poblacional es algo mayor que en escenario B2.

Para la costa del estuario del Río de la Plata los incrementos de temperatura media anual son ligeramente inferiores a los 2°C para el escenario B2 y cercano a los 3°C. En el caso de la precipitación, los resultados se han expresado en incrementos de mm/día. Para ambos escenarios las proyecciones arrojan incrementos de hasta 2mm/día.

El RCM PRECIS también fue forzado para el Cono Sur con condiciones de contorno provistas por el MCG HadAMP3 derivado del HadCM3 (CONAMA, 2006). En este caso la resolución utilizada fue de 25km. Una parte de los resultados se presentaron para el periodo 2071-2100 como desviaciones respecto de las medias climáticas del periodo 1961-1990 (Clima Actual). Además estos resultados se presentaron para cada estación del ciclo anual, considerando los escenarios B2 y A2.

La figura 58 muestra los resultados para la temperatura respecto del llamado Clima Actual. Para el Sitio RAMSAR se observa en el caso del escenario B2, incrementos de entre 2 y 3°C durante los meses de verano y entre 1 y 2°C durante el resto del año. Para el escenario A2 los cambios observados son mayores, cercanos a los 3°C en verano y entre 2 y 3°C el resto del año. Para la precipitación (Figura 59), aquí nuevamente estimada en cambios porcentuales, los cambios difieren, en líneas generales, de los modelos anteriores. En ninguno de los escenarios se observa un incremento durante los meses de verano. Quizás en el escenario A2 se proyecta un ligero incremento en el límite norte. Los mayores cambios porcentuales se observan para los meses de otoño con incrementos del orden del 10 al 30% para ambos escenarios, con diferencias espaciales entre el norte y el sur del área de estudio y según los escenarios. En cambio en los meses de invierno en el escenario B2 se observaría un incremento del 10-20% y en A2 ningún cambio. En cambio en primavera se observaría una disminución de hasta un 10-20%.

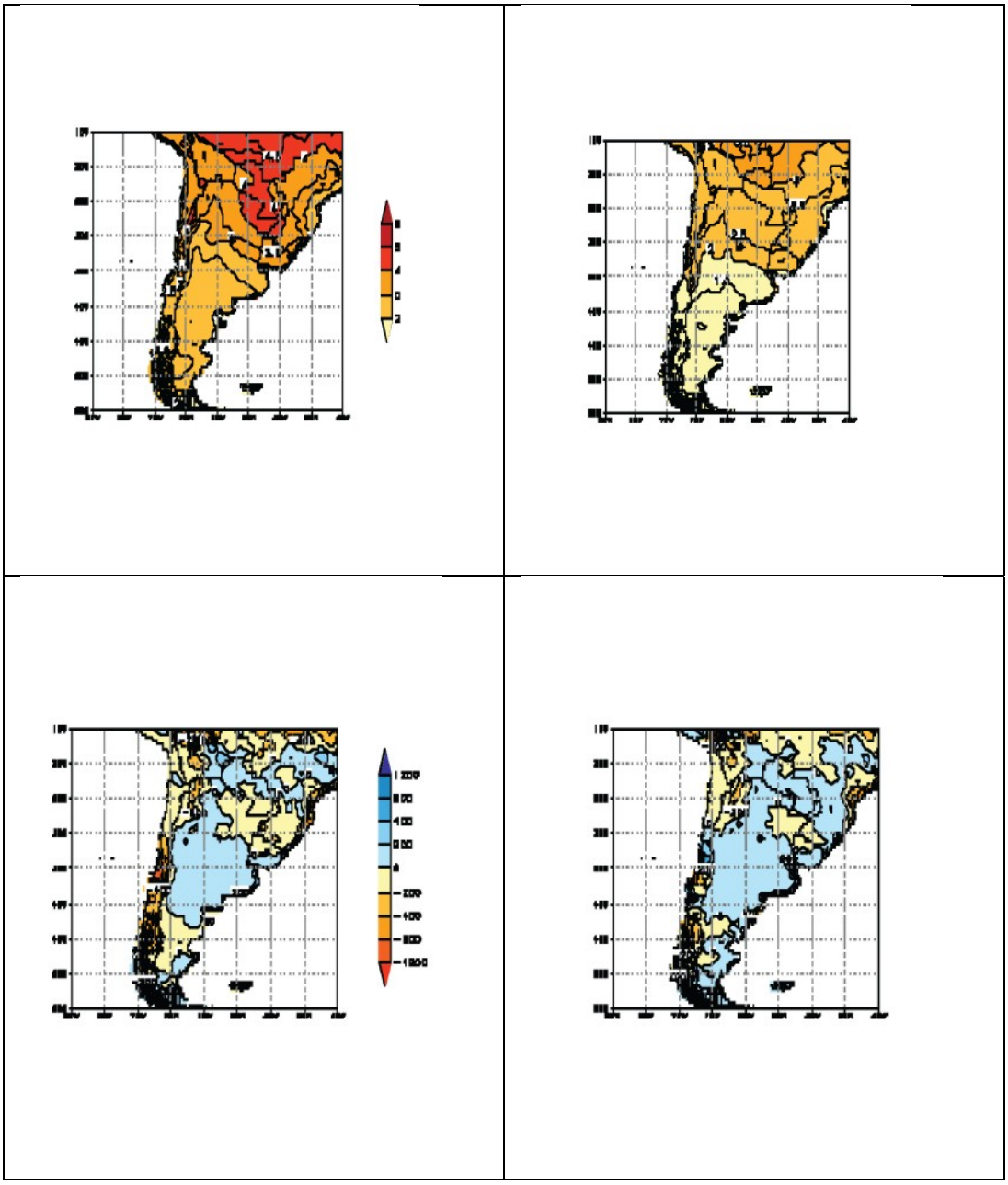


Figura 57
Proyecciones de cambios en temperatura (mapas superiores) y precipitación (mapas inferiores) para los escenarios A2 (izquierda) y B2 (derecha) a partir del modelo MM5-CIMA. Las diferencias son para el periodo 2080-2090 respecto de 1980-1990.

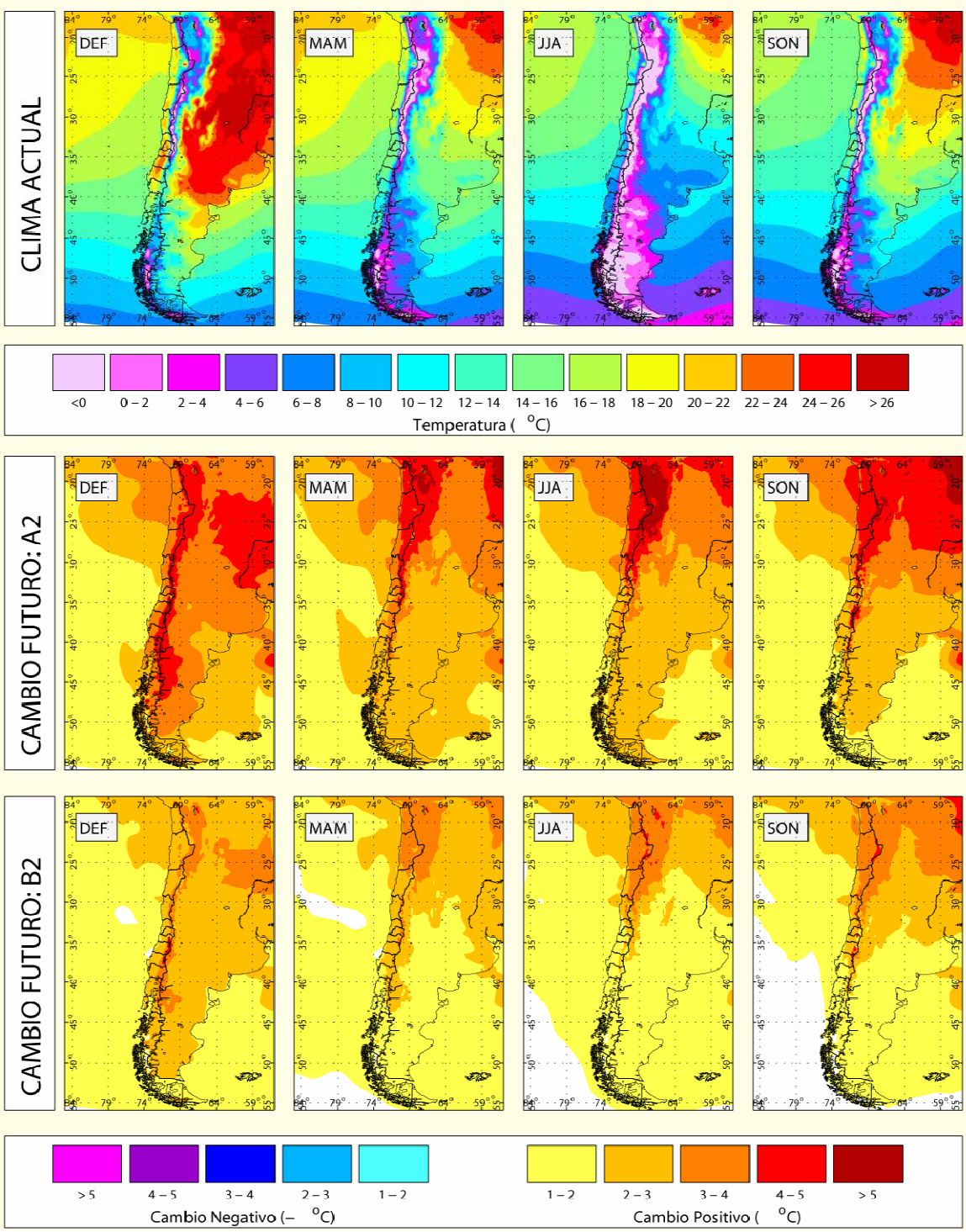


Figura 58
Desviaciones de temperatura para el Cono Sur estimadas con el RCM PRECIS para los escenarios B2 y A2 para el periodo 2071-2100 (Conama, 2006)

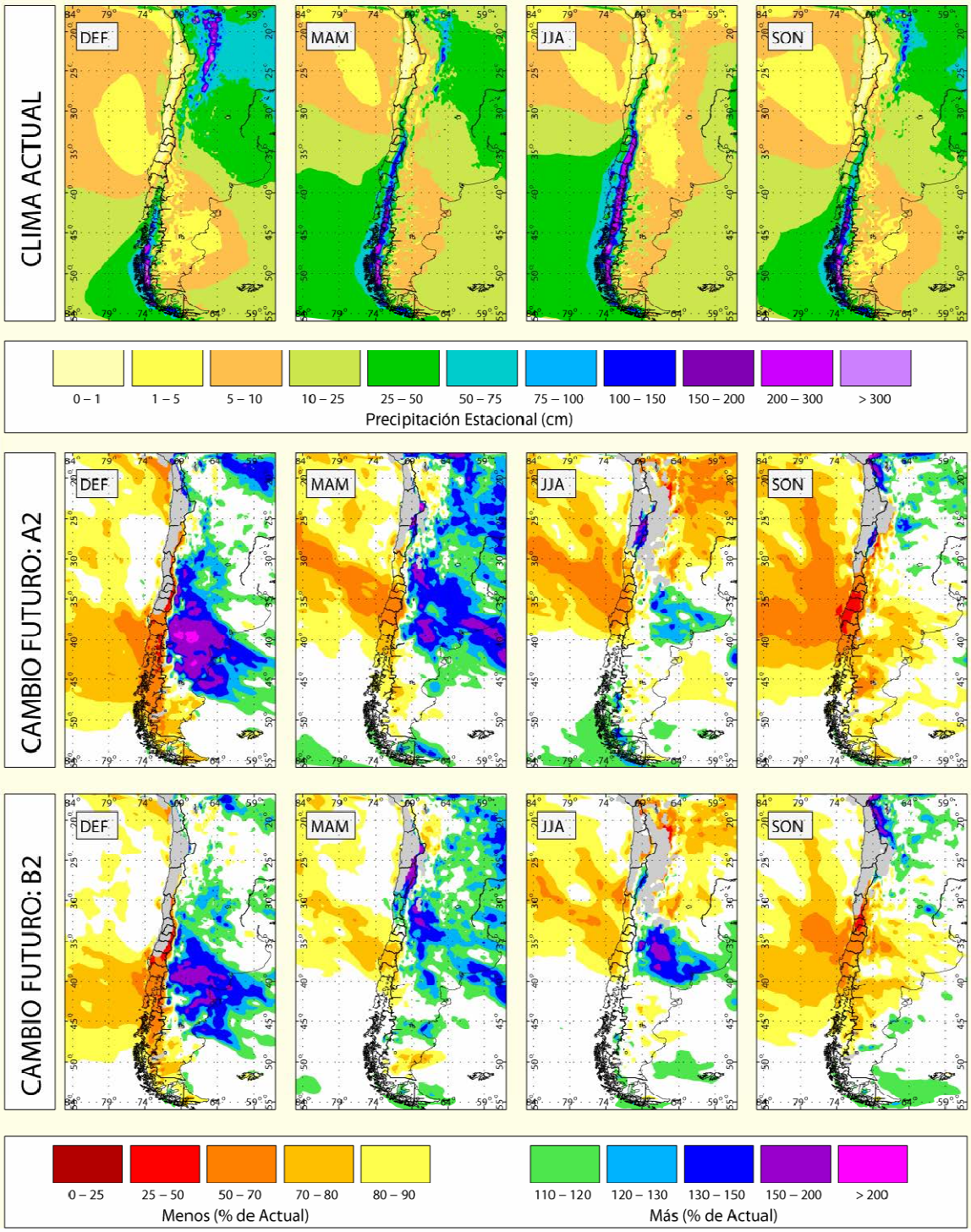


Figura 59
Cambios porcentuales en precipitación para el Cono Sur, estimadas con el RCM PRECIS, para los escenarios B2 y A2 para el periodo 2071-2100 (CONAMA, 2006)

Box Sobre Modelos

- El estudio del sistema climático y su evolución requiere tanto de observaciones confiables y sostenidas en el tiempo del clima, los océanos, la biósfera y la sociedad, así como modelos de todos estos sistemas naturales y humanos.
- Los productos de los modelos se deben verificar con las observaciones para el clima presente.
- Los modelos son tan buenos como el conocimiento multidisciplinar en los que se basan sus ecuaciones, y las observaciones que se utilizan para su validación.
- Los escenarios futuros climáticos dependen de la calidad de las proyecciones socio-económicas que se dispongan para estimar la evolución de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero
- Los modelos de circulación general, forzadas por estas proyecciones, proveen las bases para los estudios de los futuros escenarios climáticos necesarios para la adopción de políticas de adaptacióny mitigación.
- Subsisten importantes diferencias entre los modelos de circulación general hoy disponibles, así como entre los modelos de clima regional. Por lo tanto se debe recurrir al análisis de promedios o "ensembles" de los productos de modelos para validar estadísticamente los escenarios futuros.
- Las tendencias futuras presentadas en el 4to Informe del IPCC están siendo reevaluadas a la luz de la actualización de los escenarios socio-económicos futuros como consecuencia de los procesos socio-económicos que tuvieron lugar en los últimos 20 años que desactualizaron las anteriores proyecciones.
- Las tendencias producidas por los modelos son los principales productos confiables de los GCM. Otros aspectos como la representación de los ciclos naturales interanuales a interdecádicos es aun objeto de estudio debido a los problemas observados en su reproducción en los modelos.
- Sólo en años recientes se ha comenzado a evaluar la interacción entre los cambios climáticos inducidos por la acumulación de gases de efecto invernadero y los cambios inducidos sobre el Hemisferio Sur por el agujero de ozono estratosférico antártico. Esto introduce incertezas adicionales en las proyecciones para el Hemisferio Sur y en particular para el Cono Sur.
- La teoría y los resultados de modelos indican una exacerbación en la intensidad y ocurrencia de eventos extremos. Las observaciones indican claramente un incremento en la ocurrencia de estos eventos durante las últimas décadas. Sin embargo existen importantes discrepancias entre modelos y observaciones, y entre modelos. Subsisten problemas de atribución en las causas de los eventos extremos, que pueden deberse tanto a variabilidad natural como al cambio climático (Marengo y otros, 2009). Esta situación desaconseja al presente la realización de estimaciones de impactos de eventos extremos en los escenarios futuros.

Impactos en relación a aspectos oceanográficos.

Muchas de las variables ambientales evidencian cambios y/o tendencias como consecuencia del Calentamiento Global. Por lo tanto, es también esperable que, por ejemplo, leves alteraciones en los caudales de los Ríos Paraná y Uruguay, cambios en el clima de vientos y olas, y/o pequeñas variaciones en la frecuencia e intensidad de la onda de tormenta produzcan alteraciones hidro-sedimentológicas que impactarían sobre la batimetría de la región de estudio. Sin embargo, para poder cuantificar estos impactos se necesitaría disponer de relevamientos batimétricos de alta resolución espacial, periódicos y sistemáticos, para comparar topografías del lecho y evaluar comparativamente desde tasas de erosión y de sedimentación hasta tendencias batimétricas en regiones particulares de la Bahía.

La costa de la bahía está caracterizada por una escarpa (o pequeño acantilado) menor a 1 m de altura, constituido por sedimentos blandos y fácilmente erosionables que está retrocediendo a razón de 0,80 m por año. Codignotto *et al.* (2011, 2012) presentaron una estimación para este retroceso costero para toda la línea de costa de la bahía la cual se presenta en la Figura 60. La misma surge de estudios realizados desde principios de la década del 70'.

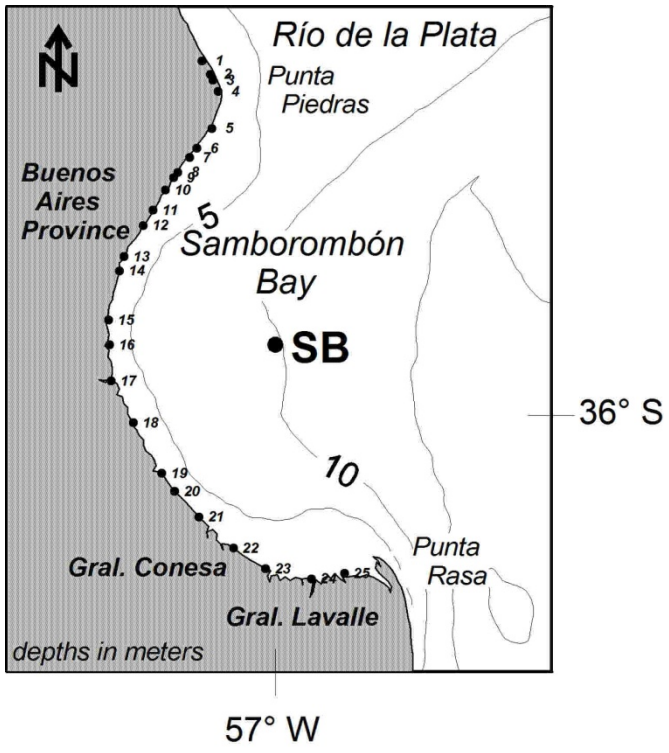


Figura 60
Bahía Samborombón. Retroceso estimado de la costa. Los números sirven de referencia para la tabla 20. (Fuente: Codignotto *et al.,* 2012*).*

Posición	Latitud (°)	Longitud (°)	Retroceso (m)
1	35.358	57.172	200
2	35.383	57.153	100
3	35.395	57.146	40
4	35.416	57.134	40
5	35.486	57.148	40
6	35.524	57.184	60
7	35.542	57.200	30
8	35.570	57.228	130
9	35.580	57.238	50
10	35.603	57.257	120
11	35.642	57.286	160
12	35.671	57.308	20
13	35.730	57.353	300
14	35.757	57.364	>300
15	35.851	57.389	>200
16	35.898	57.387	>200
17	35.966	57.383	>50
18	36.046	57.331	>100
19	36.142	57.263	>50
20	36.176	57.234	~0
21	36.225	57.176	~0
22	36.284	57.095	50
23	36.323	57.019	80
24	36.343	56.911	160
25	36.332	56.832	50

Tabla 20
Retroceso estimado para la escarpa de la costa de la Bahía Samborombón.

Marea Astronómica:

Actualmente en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEN/UBA) y en el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (UBA/CONICET) se está estudiando un posible cambio en la propagación de la onda de marea como consecuencia del aumento del nivel del mar en el estuario del Río de la Plata. Los estudios numéricos desarrollados hasta la fecha indicarían que con las previsiones disponibles para el aumento del nivel del mar, las variaciones esperables en la propagación de la onda de marea y en sus parámetros serían despreciables.

Ondas de Tormenta (ODT):

El grupo de investigación de Mareas del Dpto. Oceanografía del Servicio de Hidrografía Naval y D'Onofrio *et al.* (2009) han estudiado las ondas de tormenta. En los resultados de dichos estudios se observa en general un incremento en la frecuencia y duración de las ODT positivas y una disminución de las mismas variables para el caso de las negativas (Figuras 61 y 62). Para todo el período analizado la tendencia de los promedios por década de eventos anuales de las ODT positivas es 0,19(0,10 eventos/año. Para las negativas esta tendencia es de -0,14(0,10 eventos/año. En el caso de los promedios por décadade las duraciones, la tendencia de las ODT positivas es 0,06(0,01 h/año, correspondiendo para las negativas una tendencia de -0,10(0,01 h/año.

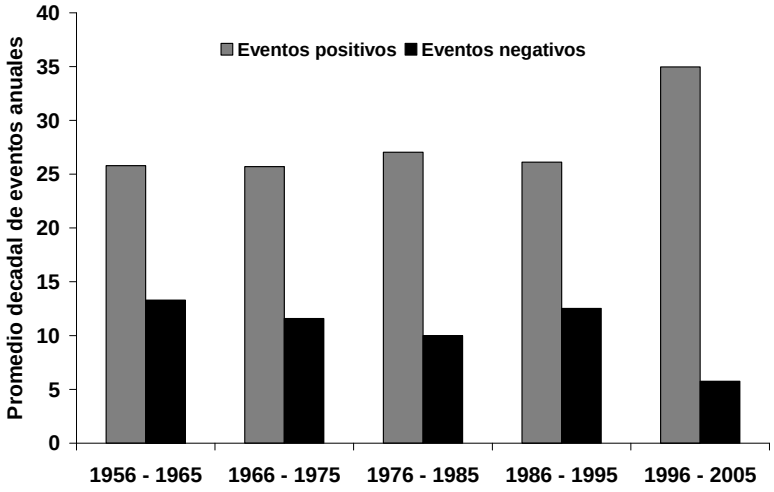


Figura 61
Promedio por década de eventos anuales de ODT positivas y negativas, registrados en Mar del Plata.

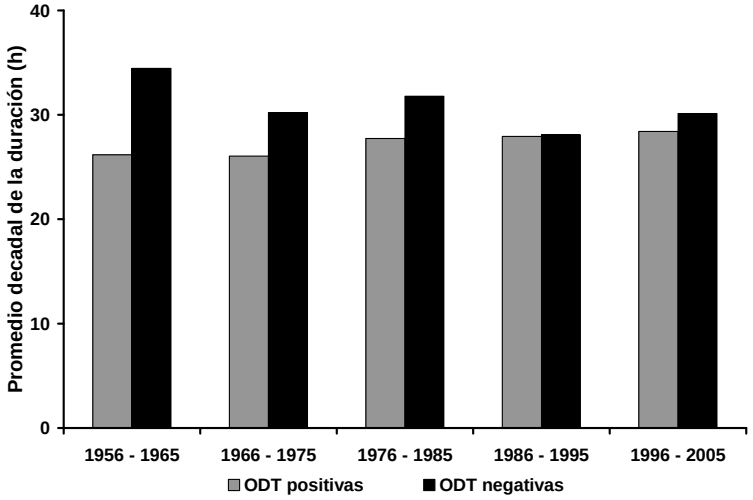


Figura 62
Promedio por década de la duración de los eventos de ODT positivas y negativas registrados en Mar del Plata.

Los promedios por década de las alturas máximas anuales de las ODT positivas presentan un incremento para todo el período, observándose los mayores valores en las dos últimas décadas (Figura 63). Para todo el período se obtiene una tendencia de 0,20(0,10 cm/año. En contraposición la tendencia para las alturas más bajas anuales de las ODT negativas (0,24(0,10 cm/año) indica, como regla general, que las alturas alcanzadas son cada vez menos negativas.

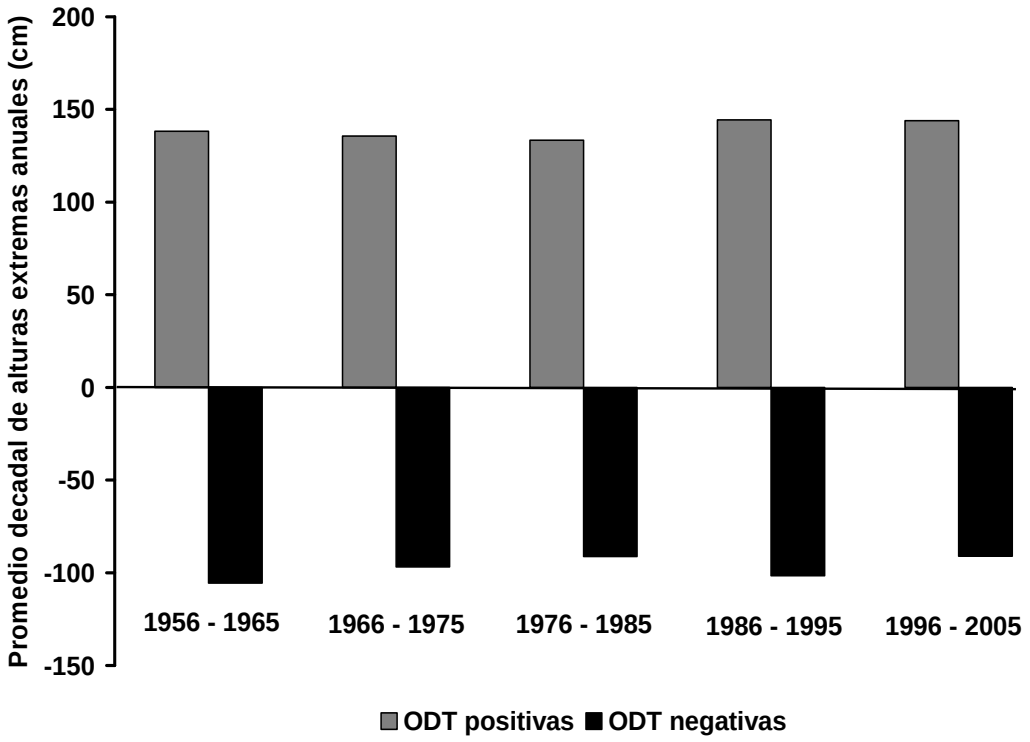


Figura 63
Promedio decadal de alturas extremas anuales de ODT positivas y negativasregistradas en Mar del Plata.

Los resultados obtenidos indican que para el período estudiado las ODT positivas son cada vez más altas, incrementando su frecuencia y duración. Por otra parte las ODT negativas resultan cada vez menos negativas, disminuyendo su frecuencia y duración.

Nivel medio del mar:

A partir de la década del 80, se han realizado estudios para evaluar la tendencia del nivel medio del mar (NMM) referida a puntos fijos en tierra, en las costas argentinas, obteniéndose resultados que concuerdan con los obtenidos a nivel mundial (aproximadamente del orden de +2mm/año, para el siglo XX, Figura64).

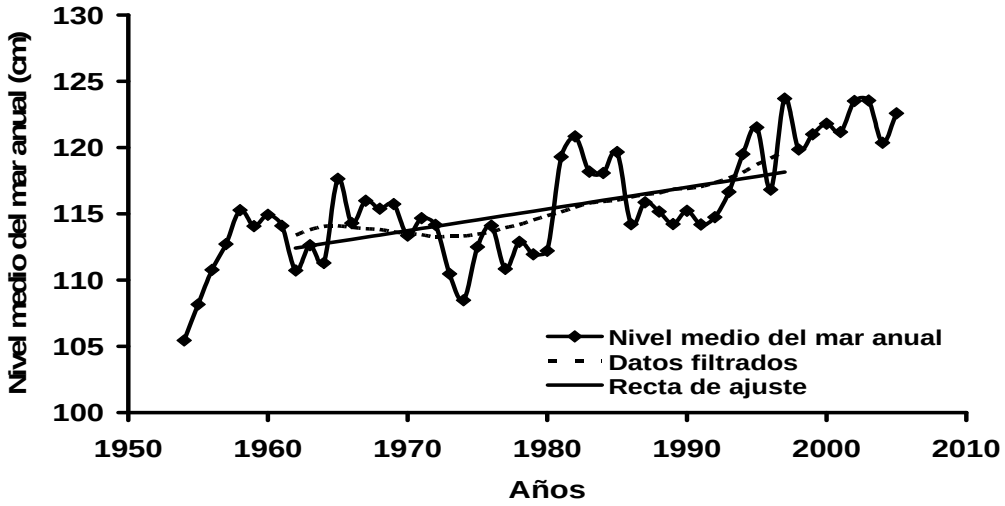


Figura 64
Niveles medios anuales, datos filtrados y recta de ajuste por cuadrados mínimos para Mar del Plata.

La tendencia relativa del nivel medio del mar obtenida para Mar del Plata fue estimada en 1,6 ± 0,1 mm/año, para el período 1953 – 2005, con un coeficiente de determinación de 0,84 (Fiore *et al.,* 2009). Estos valores son concordantes con los presentados a escala global, para los últimos 100 años, por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Un mayor nivel medio produce que las alturas extremas de marea durante una tormenta alcancen valores más altos, inundando una mayor superficie de terreno y aumentando el impacto erosivo de las olas sobre la costa, pues estas últimas pueden penetrar más en la playa.

Olas:

Estudios numéricos reportan un cambio significativo en las alturas de olas en la región, el cual es evidente desde las últimas décadas. La Figura 65 muestra la diferencia en el campo de alturas de olas en la región oceánica adyacente al Río de la Plata. La línea de trazos indica un incremento de 0.34 m en la altura de la ola media entre los 80's y los 90's y valores del orden de 0.05 m para la región exterior del Río de la Plata.

En la Figura65 se presenta el diagrama de dispersión para las alturas medias anuales modeladas entre los años 1970 y 2005 correspondiente al sitio en donde se verifica el mayor cambio, indicado con línea punteada en la Figura30. La tendencia apreciada en este sitio es de 11 cm por década lo cual, al tratarse de la media anual resulta ser altamente significativo y su impacto en lo relativo a la energía de las olas tendría un fuerte impacto sobre la zona costera.

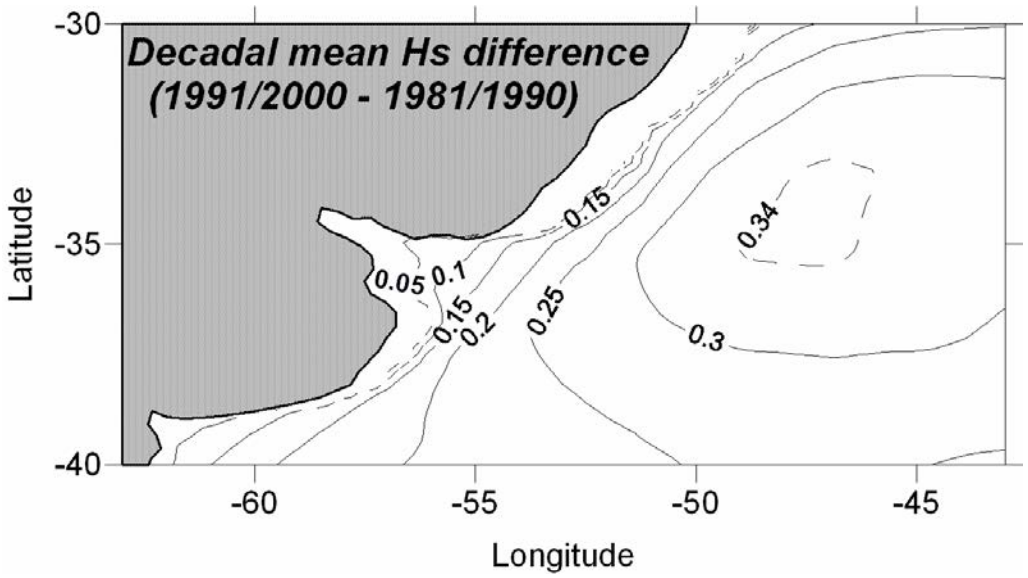


Figura 65
Diferencia en alturas de ola entre las décadas del 80' y 90'. Fuente: Dragani *et al.*(2010).

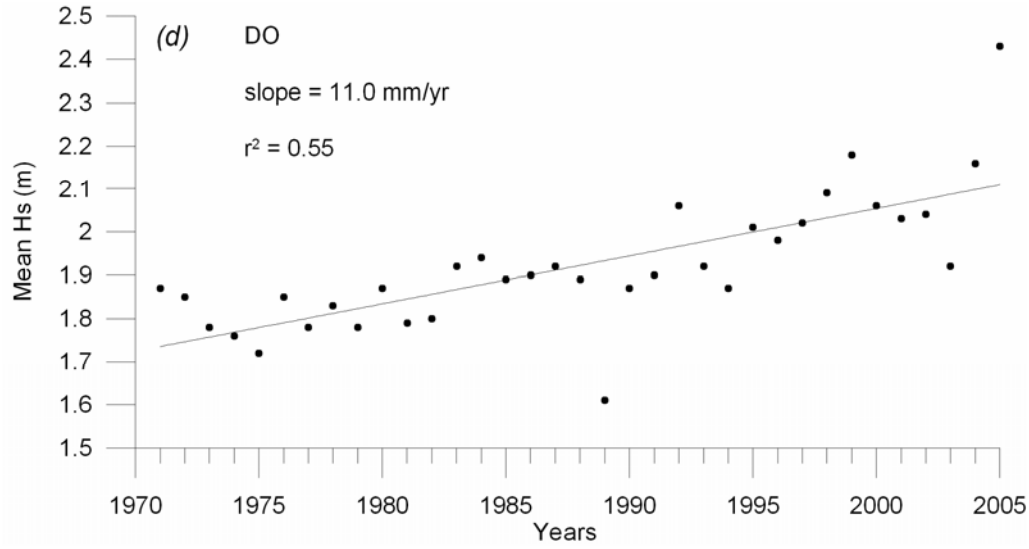


Figura 66
Tendencia inferida para la altura de olas media anual correspondiente al sitio de mayo variación de la Figura30. Fuente: Dragani *et al.*,(2010).

En un trabajo reciente Codignotto *et al.* (2012) estudiaron la variación del oleaje en un punto interior de la Bahía Samborombón obteniendo tendencias significativas para las alturas de las olas provenientes de Este. La Figura 67 ejemplifica estos resultados. Puede apreciarse que a partir de 1970 se observa una mayor cantidad de ocurrencias de olas que se propagan desde el Este en la Bahía Samborombón.

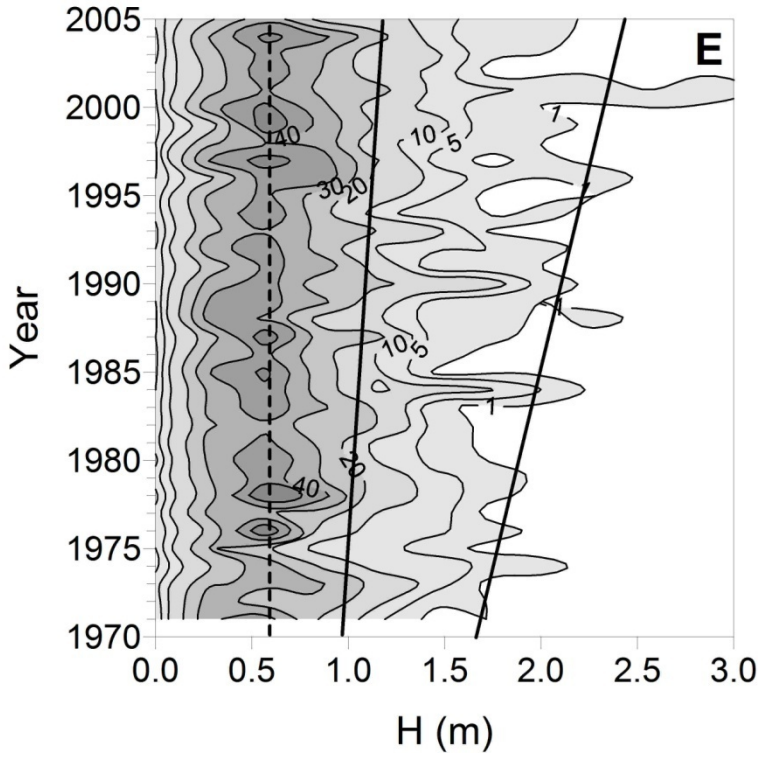


Figura 67
Los contornos indican la cantidad de ocurrencia o número de casos (frecuencia) de situaciones de oleaje propagándose del Este en la Bahía Samborombón. Fuente: Codignotto *et al.*,(2012).

En la figura 68 se observan las tendencias de las alturas de olas y de las frecuencias de ocurrencias de las olas provenientes del Este en la Bahía Samborombón. En el panel superior de dicha figura se aprecia que la tendencia es de 0,04 m por década resultando ser estadísticamente significativa. Por otro lado, en el panel inferior de la Figura 68 puede observarse un incremento en el número de casos (frecuencias) del oleaje proveniente del Este, de 10 casos por década. Ambos cambios conducen a un aumento del potencial erosivo de las olas en la región.

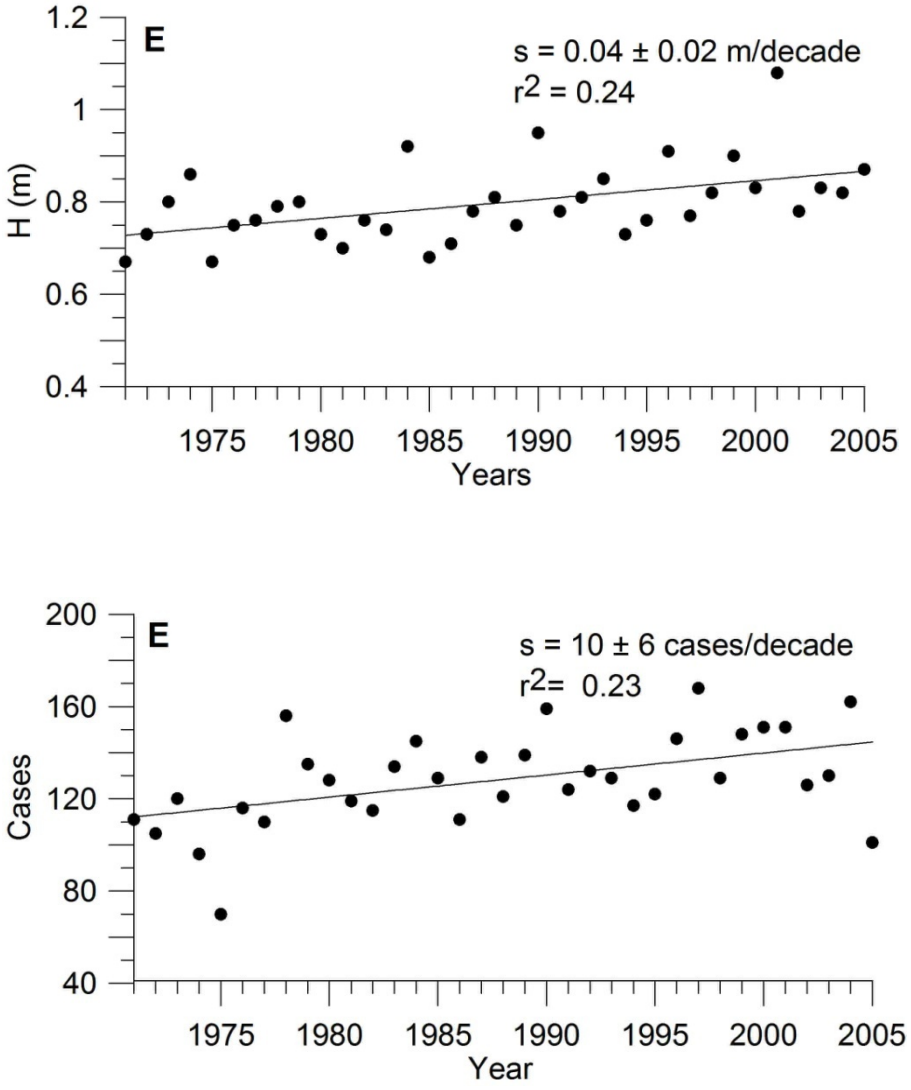


Figura 68
Tendencia inferida para la altura de ola media anual (panel superior) y para la frecuencia de ocurrencia (panel inferior) del oleaje del Este correspondiente al punto SB. Fuente: Codignotto *et al.,*(2012).

En la costa atlántica bonaerense también se precian algunos cambios leves, pero significativos. En la Figura 69 (panel superior) se puede observar un gradual aumento de la frecuencia de ocurrencia de los casos de incidencia normal en Pinamar. Sin embargo, en el mismo sitio se observa una constancia en la altura media anual de las olas rompientes (Figura 69panel inferior) indicando que el oleaje estaría conservando la altura pero estaría incidiendo más perpendicularmente a la costa, reduciendo así la energía de los procesos litorales y del transporte de arena paralelo a la costa.

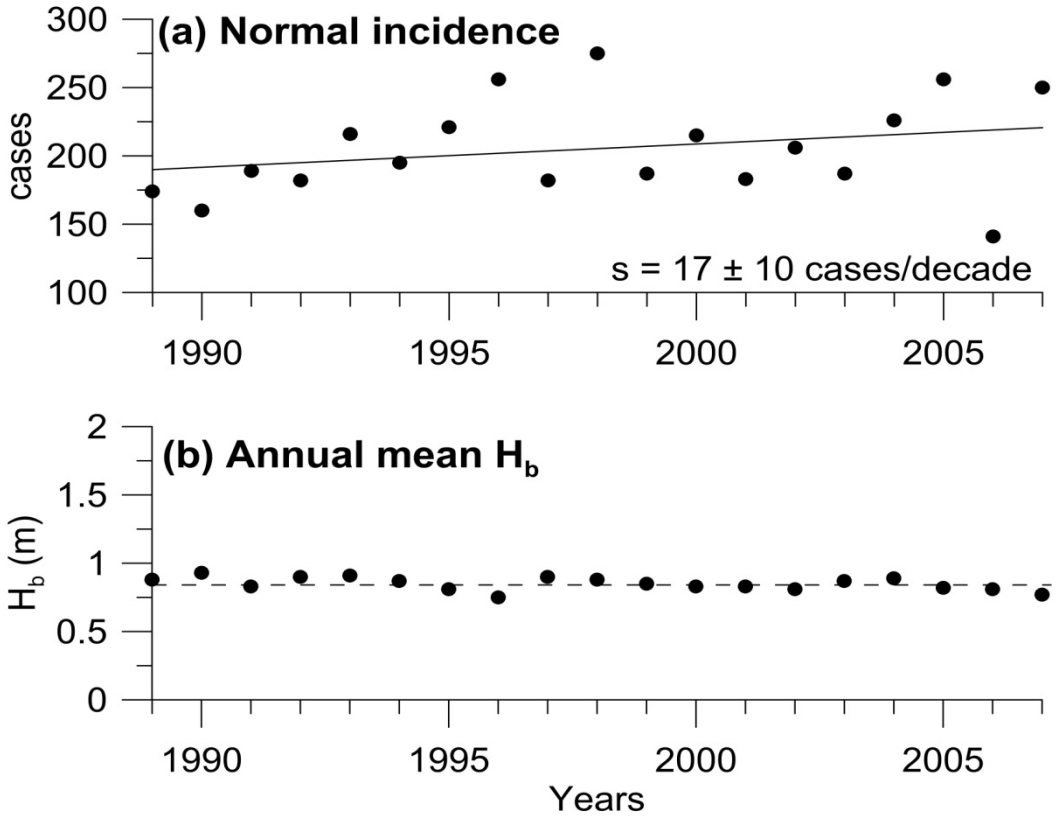


Figura 69
Tendencia inferida para el número de casos de incidencia normal (panel superior) y para la altura de las olas rompientes, Hb, (panel inferior) correspondiente a Pinamar. Fuente: Dragani *et al.,*(2013).

Meteotsunamis:

Es muy difícil *a priori*aventurar cómo el calentamiento global estaría afectando el comportamiento de los meteotsunamis, pero se cree su posible impacto sería de un orden mucho menor respecto de los cambios inferidos en la onda de tormenta, el nivel medio del mar o las olas.

Corrientes:

Las corrientes predominantes o más evidentes en el área costera comprendida entre Punta Piedras (extremo Norte de la Bahía Samborombón) y Punta Médanos son las asociadas a la marea astronómica. Dado que los cambios esperados en la marea son prácticamente despreciables se espera que los efectos sobre las corrientes asociadas sean también imperceptibles.

La corriente generada por el viento (deriva) podría ser ligeramente modificada por el efecto del cambio climático sobre los sistemas atmosféricos. En la región se está evidenciando un aumento (en frecuencia e intensidad) del viento proveniente del Este. Consecuentemente, es esperable algún cambio menor en los patrones de circulación

asociados al viento, los cuales, en la cercanía de la costa, quedaría fuertemente desdibujado por los procesos de rectificación topográfica de la corriente, es decir, con la tendencia de la corriente a alinearse respecto de la costa.

Transporte litoral paralelo a la costa asociado a las olas (Longshore transport):

Considerando los cambios apreciados en el clima de la región y las olas, es esperable que los procesos costeros también respondan y se ajusten lentamente a los nuevos equilibrios dinámicos. Por ejemplo, en la Bahía Samborombón se espera un incremento del transporte de sedimentos en el sector Sur de la misma.

Por otro lado en la región de Pinamar, asociado a una mayor incidencia normal del oleaje, se espera una reducción del transporte de arena en la región. Esto podría explicar, en parte, el retroceso evidenciado en Punta Rasa a partir de aproximadamente en 2001. Estimativamente, el extremo de Punta Rasa retrocedió más de 500 m en un poco más de una década (Figura 70).

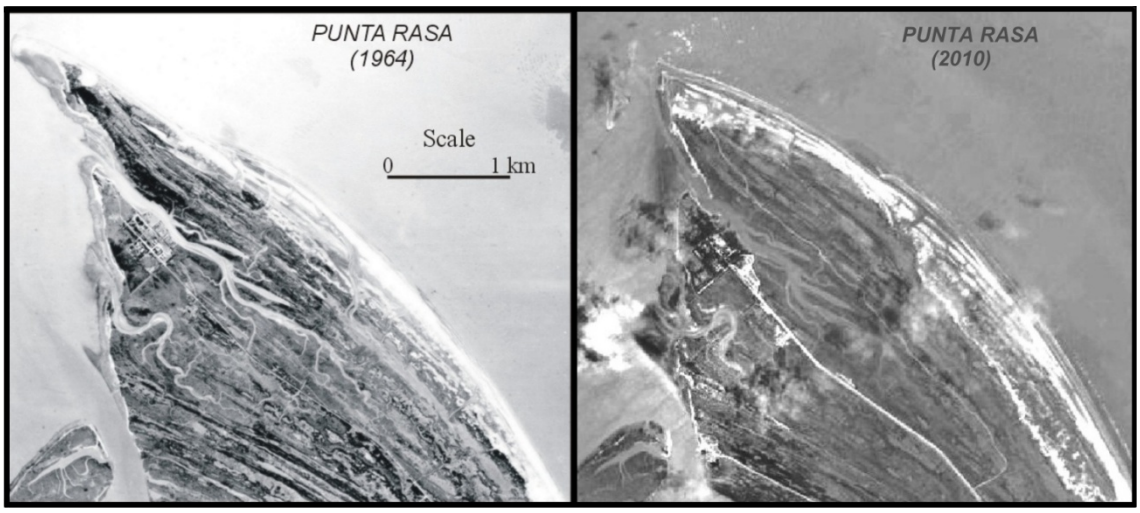


Figura 70
(Izquierda) Fotografía aérea de Punta Rasa (SHN), (Derecha) Imagen satelital de Punta Rasa (Google Earth).

Impactos en relación a aspectos hidrometeorológicos.

Vulnerabilidad respecto de precipitaciones

En cuanto hace a las cuestiones de vulnerabilidad de una localidad o de una región, frente a los impactos de las precipitaciones, debemos tomar conciencia que no debiera autorizarse la construcción de viviendas en áreas en las que, por sus condiciones

geomorfológicas y edafológicas o por el desarrollo de infraestructuras que modifiquen las condiciones de escurrimiento y además reduzcan la infiltración, se registren inundaciones en un 75 % o más, en casos de lluvias intensas o persistentes. En la mayoría de los países desarrollados, esta es la norma.

En los casos de sistemas hidrográficos típicos, cuando las crecidas estacionales y las inundaciones extraordinarias exceden la capacidad de flujo de las cuencas naturales de ríos y arroyos, los excesos de agua ocupan sus propias planicies de inundación, como se las define topográficamente. Las características edafológicas de la región, particularmente hacia el interior de la provincia resultan afines con los procesos de colmatación de lagos, lagunas y reservorios, así como de arroyos y canales, que deben ser dragados periódicamente.

Por otro lado, en el caso de sistemas hidrográficos atípicos, los impactos de las precipitaciones resultan de la falta de capacidad de almacenamiento de los reservorios o bajos existentes y de las características geomorfológicas y edafológicas de los suelos. Además, la capacidad de almacenamiento depende del contenido de humedad de los suelos, particularmente en los casos en que una tormenta de lluvia fue precedida por un periodo de lluvias débiles, pero persistentes, que saturaron los suelos. En este contexto, es importante destacar que la cuenca del río Salado constituye un “sistema hidrológico atípico”, debido a que carece de una red de drenaje bien definida, ya que muestra varias vías de distribución del agua de su caudal original, con una superficie extendida de lagunas y humedales y bancos de arena naturales que, en ocasión de precipitaciones intensas, hacen que el agua se extienda sobre grandes extensiones, con un impacto crítico para las poblaciones aledañas y las actividades agropecuarias. En líneas generales, tal es la configuración característica de las regiones en las que el sistema hidrográfico muestra una preeminencia del régimen pluvial y la componente horizontal de las componentes del flujo.

Esta particularidad que, influye en las condiciones hidrológicas del sitio y sus adyacencias, hace evidente que el análisis de las series de precipitaciones tiene más relevancia que las series correspondientes de flujos. En efecto, en muchos de los eventos de inundaciones pasadas, la medición de los flujos, en las principales estaciones fluviales, resultaron sólo una parte del sobre flujo extendido. Durante las grandes inundaciones, las descargas denominadas como “fugas” o avenidas laterales, son del mismo orden de magnitud que las descargas medidas en las mencionadas estaciones hidrométricas. En consecuencia, en las adyacencias del sitio Ramsar, el análisis de las series de precipitaciones muestra una mejor representación del evento.

Es por demás evidente que esta condición hace más urgente aún la densificación y modernización (con la inclusión de pluviógrafos), de las redes de observación meteorológica sinóptica, agrometeorológica y, también, algunas estaciones

pluviométricas. Es oportuno reiterar aquí y ahora la frase del Premio Nobel de Física, Niels Bohr “lo que no se mide no se conoce”.

Por las razones expuestas, los registros de las precipitaciones de la cuenca del Salado debieron ser analizados en detalle. Por ello, elequipo interdisciplinario, que desarrolló el Plan Hidrológico Maestro de la Provincia de Buenos Aires, evaluó las series de precipitaciones anuales y bianuales de las precipitaciones, desde 1879 al año 2000.

Este análisis conjunto de los datos de precipitación y los registros de inundaciones catastróficas, en la cuenca del Salado, ha hecho evidente que los eventos de inundación ocurrieron cuando la precipitación media anual, en la cuenca, excedía los 1.000 milímetros y el promedio bianual correspondiente era de 2.000 milímetros o más. Esta conclusión es consistente con la declaración del Ingeniero C.Posadas (26) cuando, en 1934, notificó que ***“las grandes inundaciones de la provincia de Buenos Aires eran producidas por una serie de años lluviosos, generalmente dos, durante los cuales la vegetación acuática impide el desplazamiento del flujo de agua, con la acumulación ante bancos de arena y cañadones, y produce la acumulación de agua que hace que la capacidad de retención de la cuenca desaparezca y los suelos queden saturados…”***

Condiciones similares, a veces creadas por el mal mantenimiento de los canales, que llamaríamos de pseudo-desalojamiento de los excesos de agua, ya colmatados, favorecen los encharcamientos y, como ocurriera en los años 2001 y 2002, son la causa de grandes inundaciones que, como ocurrió entonces, cubrieron unos 8 millones de hectáreas del suelo pampeano.

A este respecto, habida cuenta que tales precipitaciones intensas y persistentes son el resultado del cambio climático, lo que antecede es justificativo suficiente para que, frente a tales impactos, los municipios reduzcan su vulnerabilidad frente a eventos extremos, adoptando las medidas de resiliencia mencionadas y promuevan el primer nivel de adaptación para hacer frente a los efectos del calentamiento terrestre. Esa acción involucra el desarrollo integrado y coordinación de un sistema de vigilancia y avisos hidrometeorológicos, con la emisión de alertas tempranas de riesgo.

Resumiendo, resulta suficientemente claro que las condiciones de inundación en la cuenca del Salado, que influyen en las condiciones hidrológicas del sitio Ramsar y sus adyacencias, derivan de:

- la cantidad, duración e intensidad de la precipitación, asociadas con la pobre capacidad de almacenamiento de los suelos,
- la excesivamente limitada capacidad de drenaje de los arroyos, el río Salado y los canales artificiales,
- la retención del agua en vados, hondonadas, etc

Estas condiciones se agravan debido a los factores ambientales siguientes:

- Balances hidrológicos heterogéneos, con excesos de agua en invierno y deficiencias en verano.
- Falta total o parcial de pendiente, suelos con textura fina, arcillosos, que impide la infiltración y reducen su capacidad de almacenamiento,
- Una pérdida relativa de la capacidad de lagunas y reservorios, debido a la colmatación,
- La presencia de dunas, lomas y barreras de arena (cerca de la costa) obstruyendo el drenaje del agua superficial y, aún, del agua subterránea, hacia el océano,
- Infraestructuras humanas, por ejemplo, canales mal proyectados y con escaso mantenimiento, rutas y terraplenes ferroviarios, sean perpendiculares al escasa pendiente de la planicie o no,y prácticas del uso del suelo mal adaptadas

Es decir que, en el sitio Ramsar Bahía Samborombón y adyacencias, las condiciones naturales y causas de origen humano, agravan la vulnerabilidad del área frente a las situaciones meteorológicas que puedan proyectarse con eventos que produzcan precipitaciones intensas y/o persistentes, así como otros eventos extremos, como sequías y olas de calor y sus consecuencias sobre las seguridades física, del agua y la alimentación.

Vulnerabilidad respecto al impacto del viento:

Como ya fuera mencionado, en la región, la circulación atmosférica está dominada por los anticiclones semi-permanentes del Atlántico y del Pacífico Sur. Sin embargo, la evaluación de los trabajos de investigación sobre las condiciones actuales de la temperie y el clima, realizada por el IPCC indican que, en el extremo sur de América del Sur, las variaciones climáticas observadas, en relación con la tendencia al calentamiento en curso, son la causa de cambios en la circulación atmosférica zonal (Gibson, 1992).

Tales cambios han llevado a la corriente de chorro subtropical del Hemisferio Sur hacia el sur de su posición normal, previa. Este desplazamiento ha dado lugar a nuevas configuraciones de la circulación, que han llevado hacia el sur a la entrada al continente del anticiclón semi-permanente del Pacífico Sur, cuyo ingreso en la cuenca del océano Atlántico está caracterizado por desplazamientos mayores de las cuñas de alta presión y sus células anticiclónicas desagregadas, más hacia el Este de lo que lo hicieran en las condiciones de situaciones sinópticas anteriores. Tales cambios en la circulación atmosférica resultan en trayectorias más extensas de las mases de aire, sobre el océano, con la advección de masas de aire con contenido de humedad mucho mayor, sobre el litoral argentino.

Como lo muestra la figura 71,se observa un cambio en la circulación que modifica la dirección de los vientos sobre el sitio Ramsar.Se suma a ello el contenido mayor de humedad, que es incrementado por las temperaturas más elevadas del mar y, consecuentemente, de las tasas de evaporación, con el resultado de la modificación de la estabilidad de las masas de aire que ingresan al continente. Esta condición está sustentada por el aumento de alrededor de 25.000 exajoules en el contenido calórico de la cuenca del Atlántico Sur, en las última décadas, como lo muestra las mediciones del calentamiento reciente del océano (Barnett *et al.,* 2001). Las condiciones termodinámicas y dinámicas originan, como se ha observado ya, mayor cantidad de eventos tormentosos de la temperie, prácticamente sobre todo la región oriental de Argentina.

Cambio en trayectoria de curvas y núcleos de alta presión

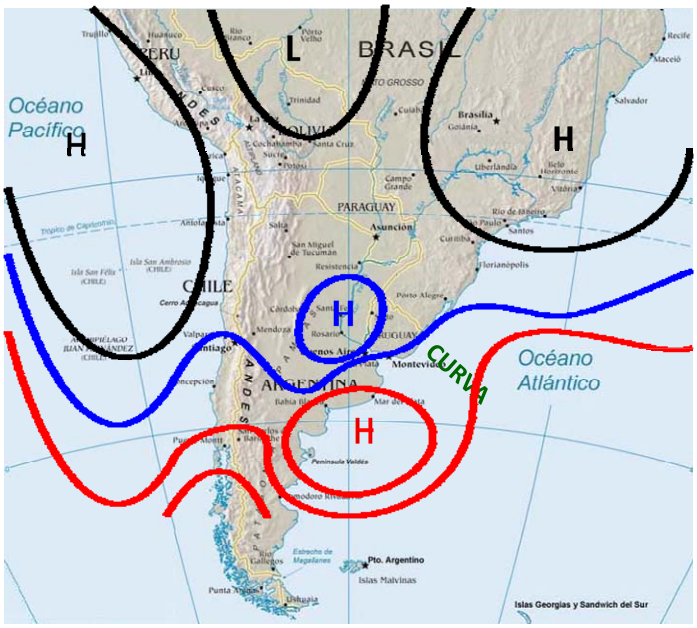


Figura 71
Esquematización de la evolución de los sistemas de alta presión entorno al Cono sur como consecuencia del calentamiento global

Como consecuencia de estos cambios en la circulación atmosférica, los valores medios de la dirección y la velocidad de los vientos que circulan sobre las costas bonaerenses y, en particular, afectan el sitio Ramsar, deben ser recalculados con una serie suficientemente extensa de observaciones locales. Lamentablemente, en lo que concierne al lugar que nos ocupa, no hay ni hubo datos observados, por lo que las condiciones de la dirección y fuerza del viento resultan de una "estimación", basada en datos de localidades vecinas, fuera del sitio.

En lo que concierne a las condiciones de vulnerabilidad del sitio Ramsar, incluidos sus habitantes y su entorno natural y el modificado por distintas actividades humanas, el hecho concreto es que debemos tomar en cuenta los cambios mencionados en la

circulación atmosférica, que han reducido ya la frecuencia de los vientos del sudoeste (pamperos), en beneficio de un aumento estimado de frecuencias de vientos del sudeste (sudestadas) que, se intensificarían con una mayor probabilidad de situaciones de condiciones de temperie inestable, que exacerbarán los procesos tormentosos con vientos intensos que harán más vulnerables a la erosión costera y dificultarán el escurrimiento de los caudales de las corrientes de agua que desembocan en el Atlántico. Además, la exacerbación prevista de los ODTs y meteo-tsunamis lo recomiendan.

De todas maneras, se ha estimado conveniente incluir los valores de los vientos máximos mensuales, medidos en km/h, durante el período 2000-2010, con notificación del día, mes y año. Este último indicado con las dos últimas cifras de la década 2000-2010. Estos datos, cuyo origen no se menciona, se encuentran en el Informe Final de Consultoría, para la gestión de los recursos naturales en la Bahía Samborombón (Giaccardi, 2012). Se incluyen en este análisis de vulnerabilidad pues, de alguna manera proveen información sobre los vientos máximos posibles, en este periodo de transición del sistema climático global.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máximo	NE 93	SW 91	WNW 78	WSW 72	WSW 80	SW 72	NE 91	S 96	E 80	SW 94	NE 83	S 87
Dia/año	2/08	9/01	1/01	19/01	2/01	9/02	22/04	23/05	30(01	20/02	7/07	4/10

Tabla 21
Valores máximos de la fuerza del viento (km/h)

Debe observarse que la fuerza del viento máximo registrado era del Sur, con 96 km/h. Ante los procesos del cambio climático, este valor de la velocidad puede ser reemplazado por ráfagas más intensas vinculadas a tormentas intensas sobre el Río de la Plata y el mar de la costa adyacente.

Valga la mención de la generación posible de trombas marinas y tornados, sobre las costas del Río de la Plata y del océano próximo, debido al aumento de la inestabilidad creciente de las masas de aire, debido al aumento creciente de las temperaturas del mar y el propio río. La experiencia de la generación de dos trombas débiles, en las vecindades de la Ciudad de Buenos Aires, el 2 de Marzo de 2008, debe ser considerada como un alerta del registro de condiciones similares, aunque probablemente de mayor intensidad, sobre las costas del sitio y adyacencias.

Un evento inusual en las costas de los estados de Santa Catarina y Rio Grande do Sul, la génesis de una tormenta tropical, que fuera identificada como el huracán Catarina, cambióla historia de la generación de eventos extremos de esta naturaleza en la porción

occidental del Hemisferio Sur. Este fenómeno, debido al aumento de la temperatura del mar, pone en evidencia que la enorme cantidad de energía ingresada a los mares y océanos del mundo puede dar origen a eventos críticos. Las condiciones de vulnerabilidad de las costas bonaerenses se agravarán, razón por la cual el desarrollo de un proyecto que se ocupe de mejorar las instalaciones y servicios geofísicos de apoyo al quehacer científico vinculado con los diversos aspectos ambientales, como los meteorológicos, hidrológicos, ecológicos y, porque no, sismológicos, asistirán a la protección de vidas y haciendas, en estaporción del Cono Sur.

La reciente publicación de BillMcGuire y M. Maslin (2013) sobre las interacciones entre procesos atmosféricos y terrestres completa la acción que, desde hace décadas iniciara la Fundación Johnston-Lavis, cuyo promotor inició la consideración de las interacciones entre la atmósfera, hidrósfera y litosfera, desde el Último Máximo Glacial, hace unos 20.000 años. Así como el aumento del nivel medio del mar, debido al calentamiento global, exacerba los efectos de los tsunamis y los GLOFs (Glacier Lake Outburst Floods- o Inundaciones Originadas por el Estallido de Lagos de Glaciares), tiene también ciertos efectos sísmicos. En este marco, se ha comenzado a elucubrar cómo reaccionaría el sistema terrestre ante aumentos de la temperatura media sobre la superficie terrestre, que excediera los 4ºC. Repitiendo una vez más el dicho paradigmático de Niels Bohr “lo que no se mide no se conoce”, bueno sería tomar en cuenta los comentarios de estos últimos párrafos, para asegurar que el análisis de las condiciones de vulnerabilidad del sitio Ramsar no omita considerar de los eventos geofísicos que han moldeado y continúan dando forma a la litosfera y, a través de las sutiles interconexiones que, asociadas al principio físico de acción y reacción, tiendan a reproducir procesos ambientales pasados. En el caso del cambio climático, las comparaciones posibles son las vinculadas con las conclusiones de estudios paleoclimáticos, muy bien comentados en el prólogo del texto que se menciona en este párrafo.

Impactos relacionados a las actividades económicas, biodiversidad y/o recursos naturales del Sitio Ramsar Bahía Samborombón

Las principales actividades económicas en la Bahía Samborombón son las actividades agropecuarias (particularmente la cría y recría de ganado bovino), la pesca y la minería que afectan de manera directa positiva o negativamente a la biodiversidad y los recursos naturales presentes en el área. Considerando los impactos previstos para el Sitio Ramsar detallados en los capítulos anteriores de este informe se puede estimar los siguientes impactos:

Sobre las actividades agropecuarias:

El ascenso del nivel del mar y el avance del proceso de erosión permiten esperar un corrimiento de la zona costera del área hacia la zona interior actual, lo que reduce la superficie destinada a la cría de ganado extensiva. Además, este corrimiento del área costera no será homogéneo sino que en las áreas de mayor erosión la reducción será mayor. Con los cambios en la zona costera se prevé una redistribución de las comunidades vegetales, y por ende un cambio en los recursos forrajeros y las comunidades asociadas a las marismas. Los cambios en los recursos forrajeros incluyen la disminución de las pasturas naturales palatables para el ganado y el aumento de la presencia de especies halófitas, típicas de las marismas.

La disminución de los forrajes naturales también está asociada a la disminución de su calidad y al deterioro de los acuíferos producto de la intrusión de la cuña salina. Además si en el Sitio Ramsar, existen especies vegetales exóticas tolerantes a las condiciones de salinidad, es posible que las mismas colonicen amplias zonas del humedal, fragmentando las comunidades vegetales, lo que no sólo afecta al ganado, sino también a la biota del lugar. Esta disminución en la oferta de forraje natural impacta negativamente en los sistemas de producción extensiva tanto a escalas local (productores) como a mediana y gran escalas (mercado interno y externo), ya que aumenta los costos de la producción por el uso de pasturas implantadas o la utilización de otros sistemas productivos. Además de la redistribución y la fragmentación de los ambientes propicios para esta actividad y la pérdida de pasturas naturales,el aumento de la presencia de especies vegetales tóxicas para el ganado como el duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum)* debe ser considerada (Volpedo y Fernandez Cirelli, 2007; Fernandez Cirelli *et al.,* 2007). Esta especie vegetal produce una intoxicación crónica que deriva una enfermedad llamada calcinosis enzoótica (entenque seco) que debilita y termina matando a las reses.

Otro de los impactos sobre las actividades agropecuarias en la Bahía Samborombón está asociado al uso del agua subterránea proveniente de los acuíferos lenticulares debajo de los cordones de conchilla. Es probable que la calidad de los mismos se deteriore debido a la intrusión marina, por lo que la provisión de agua de consumo animal tiene que venir de otras fuentes alternativas.

El corrimiento de las áreas destinadas a la ganadería tierras adentro generará posiblemente conflictos de uso entre los sistemas extensivos e intensivos de cría ya que dichas áreas ya poseen un destino determinado, que no siempre es coincidente.

Sobre la pesca:

Los impactos sobre la pesca tiene dos áreas de influencia, una sobre los recursos (directa o indirectamente) y otro sobre la actividad pesquera (aspectos socioeconómicos y operativos).

Los impactos directos sobre el recurso pesquero están asociados principalmente a las siguientes especies comerciales: corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), el pez palo (*Percophis brasiliensis*), la lisa (*Mugil liza*), la corvina negra (*Pogonias cromis)*, el pargo blanco (*Umbrina canosai*), el córvalo (*Paralonchurus brasiliensis*), la palometa (*Parona signata*), la pescadilla real (*Macrodon ancylodon*), el águila de mar (*Myliobatis goodoidei*), el gatuzo (*Mustelus schmiti*). Estas especies si bien poseen una alta tolerancia a la salinidad ya que son eurihalinas y toleran variaciones de salinidad podrían ser impactadas en distintos aspectos por el cambio climático en el área, particularmente por alteraciones en sus hábitats de reproducción y alimentación, así como los cambios en las redes tróficas de la región afectarían los stocks pesqueros de las mismas. Esto podría deberse a que debido a los cambios en la sedimentación, las comunidades bentónicas de las cuales se alimentan en su mayoría podrían modificarse en distribución y riqueza específica, por lo que la oferta de alimentación de presas podría modificarse tanto en disponibilidad como en su composición calórica (por la variación de la riqueza específica de las comunidades bentónicas). Este impacto sería potencialmente significativo ya que ya ha habido ejemplos de la disminución de alimento en el área producto de la mortandad de almejas en la década del noventa, que han impactado en la presencia de corvina rubia y negra en la zona. Es de considerar que estos cambios son sinérgicos con la sobreexplotación pesquera que también se hace sobre estos recursos. Las variaciones en la sedimentación también podrían afectar las áreas de cría y desove, ubicadas principalmente en el norte de la Bahía Samborombón. Por otro lado,mamíferos marinos como los cetáceos (delfín franciscana *Pontoporia blainvillei*, delfín pico de botella *Tursiops truncatus,* delfín oscuro *Lagenorhynchus obscurus*) y el lobo marino (*Arctocephalus australis*) (Lichter y Hooper, 1983; Redford y Eisenberg, 1992) que frecuentan la bahía, podrían ser afectados. Estas especies poseen una dieta de amplio espectro, sin embargoen los últimos años la misma ha ido variando debido principalmente a la pauperización del ambiente producto del aumento del esfuerzo pesquero en el área (Zapata *et al.,* 2006). Como se ha mencionado, los efectos del cambio climático afectarán aún más a las especies de peces que componen parte de la dieta de estos animales y por lo tanto el problema se verá incrementado. Además se ha hallado que el aumento de la temperatura a nivel global intensifica la presencia de epizootias que pueden incrementar la mortandad masiva de las poblaciones de mamíferos marinos (Burns, 2002). Todos estos efectos sobre los mamíferos marinos aumentarían la vulnerabilidad de estas especies, que en su mayoría presentan en la actualidad riesgo de conservación.

Por otro lado la existencia de cambios geofísicos podría incrementar la presencia de especies exóticas procedentes de ecosistemas de latitudes menores. Esto se ha observado en los últimos años, por ejemplo donde ha aumentado la frecuencia de peces de la costa de Brasil en aguas de la Bahía Samborombón y el Partido de La Costa.

En relación a la actividad pesquera, los problemas del estuario del Río de la Plata, el mar adyacente a la costa bonaerense, los procesos de erosión costera y las implicaciones de los eventos atmosféricos, hace por más evidente que la exacerbación de los eventos atmosféricos y marinos, derivados del calentamiento en la superficie terrestre y en los grandes cuerpos de agua, así como la también mencionada cantidad de energía ingresada en estos cuerpos, hasta 3.000 metros de profundidad, tenderán a incrementar los procesos geofísicos. Esto generará el incremento de la frecuencia de tormentas, trombas marinas y eventos extremos, que disminuirán los días efectivos de pesca impidiendo la salida de las embarcaciones o bien poniendo en riesgo a las misma y su tripulación en caso que se hallen en el mar. Esto también afectará las primas de los seguros sobre las embarcaciones y tripulantes, así como producirá erogaciones en los sistemas de rescate de barcos de la Prefectura Naval Argentina.

Por otro lado, hay que considerar que la localidad de General Lavalle es la única localidad emplazada sobre la cota topográfica más baja de la República Argentina. En ese sentido Gral. Lavalle presenta una mayor vulnerabilidad ante el aumento del nivel medio del mar y el aumento de altura y frecuencia de ocurrencia de las ondas de tormenta. Considerando estas condiciones es esperable que las futuras inundaciones producidas por las crecidas del Río de la Plata sean cada vez más severas en dicha localidad. Este es un factor más que señala la necesidad y urgencia de relocalizar un proyecto que evalúe la situación costera, así como su resiliencia y las medidas de adaptación y de infraestructura que puedan ser necesarias.

Adicionalmente, el ascenso del nivel medio del mary el aumento de altura y frecuencia de ocurrencia de las ondas de tormenta,incrementará la vulnerabilidad de la infraestructura asociada al sector pesquero (puertos locales del Río Salado, General Lavalle y San Clemente; canales de acceso a los puertos; plantasrefrigeradoras;disponibilidad de agua dulce). Esto afectaría socioeconómicamente a la comunidad local que explota estos recursos, produciéndose importantes pérdidas en el sector.

Sobre la minería:

La extracción de conchilla se da principalmente en los límites del Sitio Ramsar, próximos a la Ruta Provincial N°11. Esta actividad impacta directamente sobre el suelo e indirectamente sobre la biota (talaresque se desmontan para la extracción de conchilla) y el agua subterránea de buena calidad (por perdida del cordón de conchillas que actúa de

filtro natural). Con el cambio climático si bien la actividad en si no se vería directamente impactada, los efectos negativos de la misma serían sinérgicos con los efectos locales del cambio climático, lo que aumentaría el deterioro de la disponibilidad y calidad del agua subterránea del acuífero lenticular, afectando los usos de este recurso.

Impactos en relación a los pueblos ubicados en el Sitio Ramsar.

En el Sitio Ramsar está establecida la localidad de General Lavalle, el resto de localidades próximas (Villa Rauch, General Conesa) junto con las localidades del Partido Urbano de la costa están fuera del Sitio Ramsar.

La localidad de General Lavalle es afectada por eventos extremos como las sudestadas produciéndose inundaciones severas (Figura 72), las cuales pueden extenderse varias manzanas en el ejido urbano, alcanzando la plaza principal.

Figura 72
Inundación del caso urbano de general Lavalle.

Estos eventos con el cambio climático se intensificarán por lo cual se debe considerar esto al construir nuevas viviendas o infraestructura urbana, o emplazamiento de edificios públicos. Además en esta localidad, tal como se mencionara anteriormente, funciona el tercer puerto bonaerense en importancia, por lo que la infraestructura portuaria se vería afectada en los eventos extremos de inundaciones.

Esta localidad también vería afectadoel acceso al servicio de agua dulce de calidad por el cambio climático, ya que el aumento de la escorrentía producto del incremento de las lluvias que aumentaría el aporte de nutrientes al Canal 2, de donde ésta población capta el agua para consumo humano. Otro de los servicios que debiera ser analizado es la disposición finalde residuos ya que el área donde se disponga la ubicación de un relleno

sanitario, se debiera considerar ese tema para evitar posibles contaminaciones debido al potencial anegamiento.
En relación a la infraestructura vial, las rutas y caminos que conectan a la localidad serían anegadas tal como ocurrió en el evento extremo de 2006 por lo que se debiera planificar su construcción considerando la posibilidad del aumento de las lluvias en las próximas décadas.

En relación al patrimonio cultural, General Lavalle posee restos de los saladeros de carne de la época de Juan Manuel de Rosas ya que desde el Puerto de General Lavalle se exportaba la carne salada hacia otros mercados. Además existen edificios del siglo XIX asociados al payador Santos Vega, el cual era una personalidad cultural de la región.Estas áreas comoestán próximas al casco urbano de la localidad no poseen protecciones especiales ante las inundaciones y debieran conservarse ante loseventos extremos a finde no perjudicar irreversiblemente el patrimonio cultural local.

Impactos en relación a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del humedal y las áreas protegidas presentes en el área

La diversidad del Sitio Ramsar Bahía Samborombón incluye especies y ecosistemas terrestres y acuáticos los cuales se han detallado en el ítem *"Microambientes y Biodiversidad"* Algunos de estos ecosistemas poseen una alta resiliencia o tolerancia a los cambios, ya que la fisiología de las especies que los habitan, tienen amplio rango de tolerancia a los cambios en los parámetros ambientales como temperatura, pH y salinidad, entre otros. Sin embargo no todos los microambientes poseen una plasticidad que les permite soportar los cambios ambientales (aumento de las precipitaciones, incremento de la erosión costera y de las áreas anegadas), y mantener su estructura ecológica y su área de distribución.

El Sitio Ramsar Bahía Samborombón, al ser un humedal brinda numerosos servicios ecosistémico (Yunes *et al.,* 2004) como ser:

- Regulación de disturbios (control de erosión, protección costera contra tormentas),
- Retención de sedimentos
- Retención y reciclado de nutrientes
- Regulación de agua
- Formación de suelos
- Producción de materias primas (leña, conchilla),
- Generación de alimento para los diferentes niveles tróficos
- Regulación climática (influencia en el microclima)
- Regulación y balance de emisiones de CO_2, O_2, y de la formación de O_3

- Regulación de comunidades y poblaciones animales y vegetales.
- Refugio de aves migradoras.
- Refugio de especies con riesgo de conservación
- Aporte de materia y flujo de energía hacia otros ambientes
- Productividad natural
- Evacuación del exceso de agua a través de canales de desagüe naturales (cañadones)

Gran parte de estos servicios ecosistémicos serán afectados en diverso grado por el cambio climático.Por ejemplo, el control de la erosión costera desarrollado principalmente por las marismas, se verá afectado por el incremento de la energía del oleaje particularmente en eventos extremos; la retención de sedimentos provenientes tanto del ambiente marino costero como de los ecosistemas acuáticos que drenan sus aguas a la Bahía, se verán afectados al modificarse su desembocadura por el incremento de ascenso del mar y por el cambio en la sedimentación costero-marina.

La regulación de disturbios, es un servicio ecosistémico clave en los humedales ya que debido a su plasticidad y resiliencia pueden soportar grandes modificaciones en sus parámetros fisicoquímicos (salinidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, entre otros) volviendo al estado ecológico previo luego de un periodo de tiempo. Sin embargo si eventos extremos impactan sobre el sistema produciendo cambios irreversibles, el ecosistema tenderá a la búsqueda de un nuevo equilibrio, por lo que generalmente se generarán nuevas interrelaciones entre las especies y cambiará la dinámica global. Este nuevo estado ecológico, no necesariamente es similar al anterior tal como lo conocemos en la actualidad.

El ciclado de nutrientes es uno de los principales servicios ecosistémico de este humedal (Isaach *et al.,* 2010). La productividad primaria de los humedales es una de las más importantes en el mundo, fijando las marismas entre 350-259 g PS m^3/año (Peixoto y Costas, 2004) de *S. densiflora* y entre 745-969 g PS m^3/año de *S alterniflora* (Gonzalez Trillo *et al.,* 2007). Por otro lado el aumento de nitrógeno y fósforo, como se menciona en el ítem *"Calidad del Agua"*, es retenido por el humedal, de manera que no se vehiculiza al mar, en los escenarios de cambio climático previstos para este humedal, el aumento de las lluvias incrementará la escorrentía, particularmente en la región sur de la Bahía con el incremento del aporte de nutrientes a los cuerpos de agua. Esto podría producir en el periodo estival la presencia de floraciones algales tóxicas, que deterioren la calidad del ecosistema.

En relación a la retención de xenobióticos como los metales y compuestos orgánicos (ítem *"Calidad del Agua"*), el aumento de las lluvias diluirá su presencia en los cuerpos de agua, por lo que los niveles de estos elementos en las matrices ambientales de lugar (agua, suelo) como en la biota, deberían ser monitoreados permanentemente ya que

muchos de ellos se biotransfieren y bioacumulan en los organismos y afectando las tramas tróficas locales y regionales.

El mantenimiento de la calidad y cantidad del agua superficial y subterránea es otro de los servicios ambientales claves de los humedales, ya que muchos de ellos son áreas de recarga de acuíferos. En el caso del Humedal de Bahía Samborombón, el agua de lluvia es clave para el cálculo de los caudales de los cuerpos de agua y promueve la formación de áreas anegadas; y si bien posee una baja influencia en la recarga de agua subterránea también influencia su calidad tal como se mencionó en los ítems *"Condiciones Geofísicas"* y *"Análisis Hidrometeorológico de la Bahía Samborombon"*.

La provisión de refugio para la vida silvestre es otro de los servicios ecosistémicos de esta área, que se da en los diferentes microambientes presentes (Ítem *"Microambientes y Biodiversidad"*) tanto terrestres como acuáticos, donde las especies encuentran alimento y refugio de los predadores en las diferentes etapas de su ciclo de vida. En los escenarios de cambio climático previstos para la zona, mientras que los diferentes microambientes estén representados y posean una superficie adecuada para la conservación de las especies, garantizando la salud y dinámica ecosistémica, cumplirán con este servicio de soporte de la biodiversidad.

El servicio de provisión de alimento, forraje y leña que brinda el humedal a la población es muy importante en especial para la comunidad local que utiliza el humedal para la pesca, la caza, las actividades agropecuarias y la extracción de materiales y leña. Estos servicios ecosistémicos se verán afectados ya que con los cambios ambientales como el aumento de la precipitación influirían en la redistribución de los microambientes.

En relación a los impactos sobre las áreas protegidas de Bahía Samborombón y su zona de influencia, las mismas sufren diferentes amenazas y poseen diferentes debilidades (Yunes *et al.,* 2005), lo que reduce la eficiencia de su manejo. Esto fue evidenciado en el marco de la iniciativa conjunta de los Proyectos PNUD ARG02/018 "Conservación de la Diversidad Biológica y Prevención de la Contaminación Marina en Patagonia" ejecutado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, el Proyecto PNUD ARG02/G31 "Consolidación e Implementación del Plan de Manejo de la Zona Costera Patagónica para la Preservación de la Biodiversidad" ejecutado por la Fundación Patagonia Natural y el "Programa Marino, Ecoregión Patagonia y Atlántico Sudoccidental" ejecutado por la Fundación Vida Silvestre Argentina. Esta iniciativa desarrolló una Evaluación de la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas Marino-Costeras (APM-C) de la Argentina, focalizada en la gestión institucional (Giaccardi y Tagliorette, 2006), entre las cuales estaba las áreas asociadas a la Bahía Samborombón. En este documento se observó que la efectividad de manejo en las áreas involucradas es poco satisfactoria, básicamente por no tener las mismas una planificación, ni la cantidad adecuada de

personal, aun cuando presentan un ambiente político institucional adecuado. Entre las debilidades y amenazas determinadas por Yunes *et al.* (2005) se pueden mencionar:

Debilidades

- Existencia de especies con problemas de conservación; *Ozotoceros bezoarticus* (venado de las pampas) se encuentra en peligro de extinción, y el humedal constituye su único hábitat en Buenos Aires, entre los pocos existentes en la Argentina.
- Presencia de especies exóticas animales y vegetales; entre ellas perros cimarrones y chanchos salvajes que predan sobre especies autóctonas (por ejemplo, matan al venado de las pampas) y modifican el ambiente
- Ocurrencia de anegamientos e inundaciones. Esta situación derivó en proyectos de canalización en la cuenca del Salado, introduciendo más alteraciones.
- Escasos apoyos logísticos e insumos destinados a la protección del área, y al control de la caza y pesca ilegales.
- Los pobladores locales, exceptuando docentes, presentan poco interés en involucrarse en actividades formativas o que introduzcan cambios en su forma de vida.
- Poca integración entre actores.
- Ausencia de un ordenamiento territorial que promueva la conservación de los componentes del humedal, y su uso sustentable.

Amenazas

- El agua del acuífero lenticular no es aprovechada de forma eficiente; existen pérdidas directas de esa agua de buena calidad hacia canales (con agua de calidad poco confiable) y hacia el mar.
- La construcción de la ruta No 11 sobre el cordón de las conchillas afecta el flujo de los microescurrimientos del suelo.
- Sobrexplotación de conchillas, atentando contra la calidad del agua del acuífero lenticular y contra el ambiente ya que la extracción de conchillas implica desmonte de la zona, remoción de bosques de tala y vegetación, y retiro de la capa de arena que se encuentra sobre las conchillas.
- Uso irracional del agua del acuífero lenticular para el lavado de conchillas.
- Ingreso de agroquímicos al sistema provenientes de zonas aledañas, y aquellos que son sumada a la captura no permitida de juveniles, y a la pesca furtiva en época de veda, atentan contra especies ictícolas de alto valor comercial
- Tendencia a recurrir sólo a medidas estructurales (generalmente canalizaciones) para la solución de perturbaciones naturales, obviando medidas no estructurales y/o agronómicas.
- Las canalizaciones de la cuenca del Salado desembocan en la Bahía Samborombón, propiciando aún más la ocurrencia de anegamientos e inundaciones, y provocando alteraciones en el contenido salino del humedal.

- Tendencia de los pobladores de zonas aledañas a la apertura y cierre arbitrario de las compuertas de los canales artificiales, y a construcción de sus propios microcanales clandestinos.
- Posibilidad de tecnificación del agro.

Yunes *et al.* (2005) posteriormente a la elaboración de un DAFO utilizando el Proceso Analítico de Jerarquización, AHP (Analythical Hierarchy Process) como metodología de decisión multicriterio (MCDA), plantearon estrategias de acciones las cuales ponderaron utilizando matrices jerárquicas; considerando que las estrategias más importantes a implementar en el área serían las siguientes:

- Promoción de un mejor conocimiento de las características del humedal, sus procesos y dinámica a través de la incorporación de especialistas en distintas disciplinas y la formación de recursos humanos para la elaboración de modelos y pruebas a micro y mesoescala relacionadas con la incorporación de medidas agronómicas que permitan en un futuro, disminuir la adopción de medidas meramente estructurales,
- Desarrollo de técnicas comunicacionalesque incentiven la integración entre actores y cambios actitudinales en cuanto a su percepción del humedal
- Desarrollo de técnicas participativas que disipen conflictos sociales;
- Reorientación de los usos actuales de agua de buena calidad;
- Implementación de un plan de control de desmonte de talares y de extracción de conchillas.
- Integración de agentes nacionales e internacionales de forma de coordinar esfuerzos y financiamiento para proyectos de investigación y desarrollo;
- Implementación de proyectos de desarrollo relacionados con microemprendimientos artesanales para la comunidad local.

Los resultados obtenidos en la aplicación del método AHP por Yunes *et al* (2005) evidencian que las tres primeras estrategias de mayor relevancia están asociadas a mejorar el conocimiento de la dinámica del humedal y la integración y participación de los actores involucrados. Estando las restantes estrategias alternativas asociadas a la conservación de recursos del humedal y a fortalecer la implementación de proyectos de investigación y desarrollo.

Considerando las debilidades y amenazas presentes en el humedal, sumadas a los potenciales efectos del cambio climático podemos vislumbrar la existencia de efectos sinérgicos que afectaran a las áreas protegidas de manera estructural y también en

aspectos relacionados a su gestión. Los principales efectos del cambio climático que afectarán la estructura de las áreas protegidas son:

1- La disminución de su superficie:
La erosión costera y el aumento de las áreas anegadas especialmente en los eventos extremos por el aumento de las precipitaciones, disminuirían la superficie de las áreas protegidas, ya que las mismas limitan con el área costero-marina, cuya vulnerabilidad a los efectos del cambio climático es alta.

2- Modificación de los ecosistemas y sus dinámicas:
El cambio climático producirá cambios de la distribución de los ecosistemas producto de la modificación de las condiciones en los parámetros fisicoquímicos de las matrices ambientales que los influencian y las interrelaciones tróficas que los mismos sustentan.

3- La reducción de las poblaciones de especies emblemáticas y de las comunidades claves:
Las poblaciones de las especies clave de las áreas protegidas, tanto terrestres como acuáticas (vendado de las pampas, franciscana, aves migratorias y de pastizales, talares, etc.) pueden disminuir por cambios en los microambientes que habitan y en la disponibilidad de alimento.

4- Modificaciones en los servicios ecosistémico que brindan:
Los servicios ecosistémicos que cumple el microsistema de humedales que enmarca estas áreas protegidas serán afectados tal como se mencionó anteriormente. Además de estos efectos, también se presentarían efectos asociados al manejo de las áreas protegidas como son: los cambios en los objetivos de creación y manejo de las mismas, definidos en la normativa que las rige; la falta de eficacia de los planes operativos y los planes de manejo ante el cambio climático; la escasa información de base existente del área y la limitadas acciones de sensibilización de la población en la temática.

Respuestas humanas adversas y amenazas actuales exacerbadas ante el cambio climático en el área de estudio.

La continuidad de actividades no sustentables como la extracción de conchillas (que impacta negativamente en la disponibilidad y calidad del agua dulce subterránea, la existencia de la comunidad vegetal de los talares); la desforestación de talares, el uso no planificado de la tierra (por ejemplo la implementación de sistemas intensivos de cría de bovinos en áreas no aptas ambientalmente, por su cercanías a cuerpos de agua, o por la presencia de agua subterránea a pocos metros de profundidad, o por desarrollar un manejo inapropiado de la actividad); el aumento de las urbanizaciones no planificadas o el emplazamiento de predios para diferentes usos (cuanto potenciales industrias, rellenos sanitarios, plantas de potabilización de agua, plantas de tratamiento) en zonas costeras

sujetas al incremento del mar y los efectos de eventos extremos; la canalización de cursos de agua mal planificadas; aumenta la vulnerabilidad del área.

Debido a esto es fundamental que se analicen previamente el uso de la tierra en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su área de influencia aledaña a fin de que estos emprendimientos no aumenten sinérgicamente los impactos del cambio climático en la zona.

En relación a las amenazas actuales, la erosión costera la cual sería de 0,80 m por año, sumada al ascenso del mar y el embate de olas y viento en los eventos extremos podría ser más intensa en las áreas de norte y sur de la Bahía.

Impactos críticos del cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia

Los principales impactos críticos del cambio climático sobre la Bahía son:

Erosión costera:

La costa de la bahía (una escarpa de 0.60 a 0.90 m de altura) estaría retrocediendo, no uniformemente, a razón de unos 0.80 m al año de acuerdo a lo reportado por diversos autores. Este valor fue estimado mediante observaciones de campo recientes realizadas en Punta Piedras y General Conesa por integrantes del grupo de trabajo. Este retroceso o erosión (natural) estaría siendo acelerada por el aumento del nivel medio del mar, el aumento de altura y frecuencia de ocurrencia de las ondas de tormenta y por un leve pero significativo aumento en la ocurrencia de eventos con oleaje proveniente del Este.

Erosión en playas arenosas del nordeste bonaerense:

Algunos sitios de localidades ubicadas en las playas arenosas del nordeste bonaerense, especialmente en el Partido de la Costa (Las Toninas, Santa Teresita Norte, Mar del Tuyú Norte y Mar de Ajó Sur) estarían siendo cada vez más vulnerables como resultado del aumento de las alturas y frecuencias de ocurrencia de las ondas de tormenta y por el leve pero significativo aumento en la ocurrencia de eventos con oleaje proveniente del Este. Debe distinguirse claramente la problemática entre la costa de la bahía y las playa arenosas. Mientras la escarpa de la bahía retrocede gradualmente por causas naturales de erosión, los sitios mencionados de las playas arenosas bonaerenses están siendo más vulnerables debido al mal manejo ambiental, ya que sobre la línea de dunas

costeras se han emplazado progresivamente propiedades destinadas principalmente al turismo.

Disminución en la disponibilidad de agua dulce potable:

El ascenso del nivel mar, influenciará la descarga del Río Samborombón, del Río Salado, así como los canales de drenaje que desembocan sus aguas en la Bahía. Esto produciría un anegamiento de áreas próximas a estos sistemas debido a que se impediría la descarga parcial de su caudal. Por otro lado la influencia marina sobre los cursos de agua tributarios de la bahía se manifestaría en zonas más internas al presente, aumentando así la salinidad del agua. Esto producirá intrusión marina conllevando en muchos casos a la salinización de pozos de agua subterránea, y perdiéndose la calidad de la única fuente de agua dulce de la zona. Esto es importante ya que aunque en la zona aumenta la precipitación media (en un 8 al 9% para 2030, según los modelos aplicados), los datos generados en este documento confirman que las mismas no jugarían un papel predominante en las variaciones significativas de la reservas de agua subterránea.

Aumento de inundaciones:

El aumento de las precipitaciones en la Cuenca Alta del Río Salado, y en el Sitio Ramsar hacen presumir el aumento de los caudales de los ríos, arroyos y canales, con las consecuencias asociadas a inundaciones y anegamiento de áreas.

Impactos sobre la calidad del agua superficial.

El aumento de las precipitaciones en el área del Sitio Ramsar sugiere en el caso que los niveles de concentración de metales proveniente de la cuenca alta del Río Salado continúen en concentraciones similares a las reportadas por Schenone et al (2007), que las mismas disminuirían por el efecto de dilución que ejercerían las lluvias en el norte de la Bahía. Sin embargo en el sur, el aumento de las lluvias que produciría una mayor escorrentía conllevaría un mayor aporte de nutrientes a los cuerpos de agua, propiciándose en el periodo estival floraciones algales en loscuerpos de agua someros lénticos, con las consecuencias que estos procesos tienen para la biodiversidad acuática y la afectación que pueden ocasionar a las actividades humanas como la pesca o el uso de agua para consumo ganadero y/o humano.

Impactos negativos en la localidad de General Lavalle:

El emplazamiento de esta localidad en un área topográficamente baja, hace que presente una mayor vulnerabilidad ante el aumento del nivel medio del mar y el aumento de altura y frecuencia de ocurrencia de las ondas de tormenta. Considerando estas condiciones es esperable que las futuras inundaciones producidas por las sudestadas del Río de la Plata sean cada vez más severas en dicha localidad, afectando la infraestructura del puerto, las defensas de la zona costera, la calidad de agua destinada a bebida humana por influencia de la marea que alcanzaría hasta la toma de agua en el Canal 2, así como las diferentes áreas de patrimonio histórico.

Pérdida de territorio - Efectos sobre las actividades agropecuarias:

El ascenso del nivel del mar y el avance del proceso de erosión permiten esperar un corrimiento de la zona costera del área hacia la zona interior actual, lo que reduce la superficie destinada a la cría de ganado extensiva, además de la redistribución de los recursos forrajeros, la pérdida de pasturas naturales; el aumento de la presencia de especies vegetales tóxicas para el ganado o bien el deterioro del agua subterránea. El corrimiento de las áreas destinada a la ganadería tierras adentro conllevaría a potenciales conflictos de uso de la tierra y de acceso al agua dulce.

Efectos sobre la pesca:

Los impactos sobre la pesca se dan por modificaciones del hábitat, la disminución de la oferta de alimento particularmente el producido por las comunidades bentónicas y cambios de las masas de agua costera que impactan en las especies comerciales de la zona. Estas modificaciones conjuntamente con la sobreexplotación pesquera ponen en riesgo el recurso pesquero. En este sentido, por ejemplo el aumento del aporte de agua dulce podría disminuir la salinidad del agua costera, sin embargo debido a que las especies utilizan la Bahía como área de cría y refugio poseen un rango amplio de tolerancia a la salinidad (son eurihalinas), pero el mínimo de salinidad del rango no debeser menor a 15 g/L, ya que a partir de ese valor, la fisiología y el balance osmótico de las especies marinas se ve afectado.Además de los procesos de erosión costera y las implicancias de los eventos atmosféricos, hace por más evidente que la exacerbación de los eventos atmosféricos y marinos, derivados del calentamiento en la superficie terrestre que generarán incremento de la frecuencia de tormentas, trombas marinas y eventos extremos, disminuirá los días efectivos de pesca y aumentará así el riesgo de pérdidas de

vida, embarcaciones e infraestructura asociada a la actividad (puertos, plantas de refrigeradoras, entre otras).

Efectos sobre los servicios ecosistémico y la biodiversidad.

Gran parte de los servicios ecosistémico serán afectados en diferente grado por el cambio climático debido principalmente a la erosión costera y al aumento de las precipitaciones (ítem *"Impactos en relación a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del humedal y las áreas protegidas presentes en el área"*) lo que podría afectar la dinámica general del área. En relación a la biodiversidad, las especies emblemáticas del área como el venado de las pampas, la franciscana, las aves migradoras y de pastizal, cuya presencia está directamente asociada a las condiciones del hábitat y la oferta alimentaria, al modificarse estos factores en diferentes grados, podrán verse afectadas sus poblaciones, ya que a las efectos del cambio climático se le suman las amenazas actuales sobre la conservación de las mismas. Las áreas protegidas serán afectadas de manera estructural (disminución de su superficie, modificación de los ecosistemas presentes, entre otras) y en aspectos relacionadas a su gestión.

Identificación de refugios, corredores y áreas de conectividad ecológica que contribuyan a la resiliencia de los ambientes ante el cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia.

En general, los humedales, son parajes de escasa expresión topográfica, con cubierta vegetal de importancia, con anegamiento y/o inundación más o menos periódica y de difícil acceso. El agua es un componente fundamental de los humedales, ya que sin ella no existirían y viceversa.

Es por ello que el análisis espacial realizado basado en la identificación de las comunidades vegetales en el área (ANEXO 1), que muestra la situación puntual de un instante (una única clasificación) limita la identificación de la dinámica de la variable que se quiere mapear. Es por ello que un estudio multitemporal, con coberturas hídricas diferenciales, podría arrojar resultados más ajustados.

Las imágenes seleccionadas para complementar el *SIG de la Bahía Samborombón y área de influencia* (Anexo 2) demuestran situaciones de aguas altas y bajas,

verificándose la variación superficial de las unidades de paisaje (comunidades vegetales) en relación a la distribución hídrica.

El área de estudio es receptora de aportes hídricos de diversos orígenes: i) a través del drenaje hídrico superficial, ii) de las precipitaciones y iii) del ingreso de agua marina. La posibilidad de identificar aquellas áreas que "independientemente del origen estén "bajo agua", llevaría a identificar una pseudotopografía que posibilitaría identificar y separar los sectores altimétricamente "más aptos" para alojar determinadas especies vegetales.

Sin embargo del análisis de las comunidades vegetales realizado en el Capítulo 2 y los datos generados en el cuerpo principal de este documento se desprende que podrían plantearse potencialmente dos áreas para corredores, una asociada a las marismas de la zona sur de la Bahía Samborombón, donde la interconectividad y la densidad es mayor, y donde se registra a su vez la mayor concentración de venados de las pampas, la que coincide con el área del Parque Nacional Campos del Tuyú, al cual se podría conectar con el área próxima de Rincón de Ajo.

El otro área estará asociada a la conservación de los talares y estaría en el área norte de la Bahía, y estaría asociada a las últimas estribaciones de la selva en galería presentes en el Partido de Magdalena. Sin embargo hay que considerar que las particularidades fenológicas de esta especie, que reducen la tasa de fructificación y presencia de renovales dependido de diferentes variables ambientales como se muestra en capítulos anteriores, además de la deforestación producto de los emprendimientos de extracción de conchilla, dificulta la identificación de parches con tendencia al aumento y la interconectividad, que serían la base de la determinación de corredores viables de conservación de estos ambientes.

En ambos tiempo de potenciales áreas (marismas y talares) el factor limitante en su definición específica está dada por la escasez de información multitemporal y en periodos de aguas disimiles de los diferentes ambientes.

Lineamientos para la elaboración de estrategias de monitoreo, resiliencia y adaptación para el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia en relación al cambio climático.

Hemos visto que el cambio climático ha originado cambios en los sistemas geofísicos, biológicos y socio-económicos. Las tendencias actuales sobre las emisiones de gases de efecto invernadero indican que, probablemente, esos cambios continuarán y, en algunos

sectores podrían exacerbarse. Además, cada impacto no sólo describe un cambio específico del cambio climático o de la variabilidad climática, sino que pone en evidencia la integración con otros efectos, derivados del estado del ecosistema y del manejo que hacemos del mismo. Por eso los, comentarios que figuran en el tratamiento del punto *"Impactos críticos del cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia"*. Debemos destacar que los impactos pueden ser dañinos y, también, beneficiosos. Tal como ocurre con la salud humana y con actividades agrícolas, al reducirse los períodos de enfriamiento críticos para algunos sectores esto puede resultar beneficioso para algunas actividades, en tanto perjudica a otras. Esto quiere decir que, por el cambio climático, habrá regiones potencialmente ganadoras, como las de cobertura de hielo y nieve (p.e. las planicies canadienses y las tierras de Siberia), pero en otras, p. e., en regiones tropicales puede llegar a faltar agua o las temperaturas crecientes disminuirán rindes de cosechas típicas de una región. En el Sitio Ramsar, las condiciones invernales serán más suaves, con un impacto beneficioso sobre la salud humana, en la zona.

La vulnerabilidad al cambio climático y a la variabilidad climática está dada por el grado de susceptibilidad con el cual los sistemas naturales y los desarrollados por la comunidad, incluyendo lasatisfacción de las seguridades física, hídrica y alimentaria, son afectados o son incapaces de reaccionar ante impactos adversos. El concepto de riesgo, que combina la magnitud del impacto con la probabilidad de su ocurrencia, está afectado por el grado de incertidumbre en relación con los procesos subyacentes, que definen al cambio climático, califican a los grados de exposición, la calidad de los impactos y la capacidad de las medidas de adaptación (ver figura 25).

Las características que podrían hacer que ciertos eventos del cambio climático originen "vulnerabilidades críticas", ameritan la atención particular de los tomadores de decisión. Por esto, muchos de los impactos, vulnerabilidades y riesgos necesitan de su atención particular y, evidentemente, efectiva.

En vista de ello, los lineamientos para la elaboración de estrategias requerirán considerar los criterios siguientes:

- Magnitud del impacto.
- Duración temporal de los impactos.
- Persistencia y reversibilidad de los impactos.
- Probabilidad (con estimación de incertidumbre) de los impactos y vulnerabilidades y grado de confiabilidad de la estimación.
- Potencial de adaptación.
- Aspectos relacionados con la distribución de impactos y vulnerabilidades.
- Importancia del sistema o sistemas en riesgo.

Sin pretender establecer criterios, se puede afirmar que las “vulnerabilidades críticas" se vinculan con sistemas sensibles al cambio climático y a la variabilidad climática, incluyendo los relativos al suministro de alimentos, infraestructura, salud, recursos hídricos (agua fresca), sistemas costeros, ecosistemas, ciclos biogeoquímicos globales, y formas de circulación atmosférica y oceánica. En lo que hace al sitio Ramsar y sus adyacencias, el texto precedente incluye algunos casos discernibles, aún a pesar de la escasa información disponible y la prácticamente nula información sobre las cuestiones sociales y económicas vinculadas a condiciones de vulnerabilidad observadas.

La información incluida en el Capítulo 19, del Cuarto Informe del IPCC (2007), destaca conclusiones generales que, por carencia de información y de estudios sobre las interacciones entre clima y entorno del sitio Ramsar, en las actuales condiciones de calentamiento terrestre, deberán constituir la etapa complementaria de este Estudio de Vulnerabilidad, según se destaca en sus conclusiones.Sin entrar en mayores detalles, se ha considerado conveniente que los tomadores de decisión del sitio Ramsar, tomen nota de las conclusiones generales que siguen:

i) Algunos de los impactos críticos, globalmente observados, han sido atribuidos, al menos parcialmente, al cambio climático antropogénico. Entre ellos el aumento de la mortalidad, pérdidas de glaciares y el aumento de la frecuencia y/o intensidad de eventos extremos (casos de los huracanes Mitch, Katrina y Sandy, mencionados)

ii) Los cambios en la temperatura media global hasta los 2ºC, por encima de los niveles registrados entre 1990 y 2000, exacerbarían los impactos críticos registrados y dispararán otros, tales como la reducción de la seguridad alimentaria en muchos países de latitudes bajas. Al mismo tiempo, algunos sistemas, como la productividad agrícola, en algunos subsectores, podría beneficiarse.

iii) Si la temperatura media global cambia de 2ºC a 4ºC, por encima de los valores registrados entre 1990 y 2000, se produciría un aumento importante en impactos críticos, tales como la extensa pérdida de biodiversidad, disminución de la producción agrícola mundial y una extensa deglaciación de Groenlandia y de la cobertura de hielo en el oeste de la Antártida.

iv) Los cambios de la temperatura media global mayores a 4ºC, por encima de los valores medios del período 1990-2000, conducirían a aumentos mayores en vulnerabilidad, tales que excederían la capacidad de adaptación de muchos sistemas naturales y humanos.

v) Las regiones que ya se encuentran en alto riesgo, debido a la variabilidad climática y al cambio climático son las que, con mayor probabilidad serán afectadas por los cambios del sistema climático y por la magnitud y frecuencia de los que, actualmente, son eventos extremos destructivos.

Listado de acciones para la prevención de daños y riesgos ambientales

Los lineamientos, que deben orientar las acciones a fin de reducir las condiciones de vulnerabilidad actual y potencial previstas ante el cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón deben incluir:

- La aplicación inmediata del Principio Precautorio, adoptando criterios de planificación y medidas preventivas de los desastres que involucra el uso inapropiado del suelo y sus recursos y servicios. Tales como, la deforestación y el uso incorrecto del suelo, por ejemplo ampliando fronteras de cultivo, en desmedro de especies nativas o introduciendo especies exóticas, animales o vegetales, o descuidando la invasión de las mismas.
- La obligación de ejecutar proyectos que consideren distintos usos o manejos de del suelo y de los recursos, sólo y cuando se disponga de los estudios de impacto y de riesgo correspondientes, con la debida verificación y certificación, o cuando se hayan decidido, aprobado y ejecutado las medidas de resiliencia necesarias.
- La implementación de políticas públicas en los partidos involucrados que contemplen la vulnerabilidad de la zona y los impactos previstos por efecto del cambio climático. La coordinación de acciones entre los partidos involucrados es un aspecto fundamental de las políticas a desarrollar.
- El compromiso en las acciones preventivas de empresas instaladas en la región en el marco de la Responsabilidad Social Empresaria debería fomentarse, dado que ellas también serán beneficiadas en el mediano y largo plazo por las acciones que llevan a una mayor resiliencia de la sociedad, del ambiente en la región y de la economía. Está comprobado que certificaciones ambientales verificables actualmente, y demanera creciente en un futuro, representan un importante valor agregado para los productos de una región.
- La prohibición de tareas de deforestación de áreas de talares para ampliar la frontera agropecuaria, o para minería y/u otra clase de emprendimientos.
- La aplicación de medidas que garanticen la mayor eficiencia del uso del agua subterránea y su conservación en cantidad y calidad, minimizando las fuentes puntuales de contaminación y protegiendo las zonas de recarga de los acuíferos.
- La disminución y control en la aplicación y manejo de agroquímicos y fármacos veterinarios, a fin de minimizar los riesgos sobre la salud humana, los productos agropecuarios y las diferentes matrices ambientales como las aguas superficiales y subterráneas, el suelo, la atmósfera y las redes tróficas.
- La incorporación de esta temática y de los problemas presentes en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón en las currículas de los diferentes niveles educativos de las casas de estudio presentes en la región.

- El desarrollo continuo de actividades de educación ambiental informal con los pobladores relacionados a la temática de los impactos del cambio climático en el sitio y a las posibles medidas de adaptación.

Estos lineamientos deben constituir la segunda acción en favor de la resiliencia del sistema ambiental, social y económico del sitio. Recordemos que el primer lineamiento es el principio precautorio, que recomienda el accionar inmediato frente al cambio climático. Si este lineamiento era prioritario cuando sólo se hablaba de proyecciones de los efectos del calentamiento terrestre, hoy es urgente por la cantidad y magnitud de los desastres ambientales que originan el cambio climático y la exacerbación de los eventos extremos.

Algunas de las acciones previas sugeridas para lograr los objetivos de aumento de la resiliencia y la adaptación requerida, incluyendo la obtención de información básica,con vistas aal logro delordenamiento territorial necesario, frenteal cambio climático, son:

- Elaboración de un programa de monitoreo y observación sistemática que permita describir el clima y su evolución, además de los aspectos oceanográficos, la erosión costera y los efectos del cambio climático en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia, que incluyan la realización de relevamientos hidrográficos de alta resolución espacial, periódicos y sistemáticos, la realización de tareas de campo periódicas (bimestral o trimestral) y sistemáticas (con protocolos unificados) en puntos estratégicos de la costa con y sin impacto antropogénico, la obtención de perfiles de playas en sitios clave definidos con criterio regional/ambiental, la instalación de una red de estaciones meteorológicas debidamente certificadas para el seguimiento del estado del sistema climático, y elmonitoreo sistemático del estado de los ecosistemas locales y en particular de los sitios protegidos.
- Una colección de escenarios climáticos regionalizados que proyecten el clima del futuro a partir de unas hipótesis de evolución social, económica y ambiental plausibles.
- Plan de recuperación y sostenimiento a largo plazo de los mareógrafos de Atalaya, General Lavalle y Santa Teresita a fin de asegurar la información mareográfica básica (mareas astronómicas, ondas de tormenta, tendencia del nivel del mar, entre otros) para la Bahía Samborombón y el cabo San Antonio.
- Plan de Monitoreo oceanográfico con instalación de boyas oceanográficas (plataforma flotante provista de sensores de temperatura y conductividad del agua, de corriente en diversos niveles, turbidez, clorofila y una estación meteorológica completa) para la medición de olas.
- Planes de Monitoreo de la Zona Costera utilizando el criterio de manejo integrado.
- Planes de Monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y zonas aledañas.

- Plan de estrategias de adaptación de las actividades agropecuarias de la zona de Bahía Samborombón.
- Plan de monitoreo de recursos pesqueros en relación a los efectos del cambio climático, determinación de stocks pesqueros y manejo pesquero sustentable que incluya estrategias de adaptación de la actividad en la Bahía Samborombón.
- Plan de medidas de adaptación integrales de la Localidad de General Lavalle, que incluyan análisis de estructura portuarias, planificación de defensas costeras, acceso a agua dulce potable, emplazamientos de obras públicas como escuelas y centros de salud, instituciones gubernamentales, zonificación de riesgo de viviendas, rutas y caminos de acceso, protección de patrimonios históricos, entre otras.
- Plan de implementación de sistemas de alerta temprana en relación a los eventos externos.
- Un programa de investigación y desarrollo que permita mejorar el conocimiento sobre el cambio climático y sus efectos en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y zonas aledañas. Este programa podría incluir el análisis multiespacial y temporal de las comunidades vegetales en periodos de periodos de aguas altas y bajas.
- Un plan para desarrollar métodos y herramientas de evaluación sectorial de impactos y vulnerabilidad.
- Una estrategia de coordinación multisectorial entre todos los actores relevantes.
- Un programa de información, comunicación y sensibilización dirigido a los actores implicados y al público general.
- Un programa de seguimiento y evaluación de su desarrollo y eficiencia de las medidas de adaptación implementadas. Esta actividad es particularmente relevante ya que a medida que evolucione el cambio climático y se verifiquen consecuencias y beneficios de las acciones adoptadas, de ser necesario se deberá proceder a su revisión y actualización.
- Coordinación apropiada, para la operación eficiente de un sistema de vigilancia y reducción de desastres que incluya todas las jurisdicciones de todos los niveles gubernamentales involucrados.
- Ampliación de las áreas protegidas presentes en el Sitio Ramsar, y evaluación de la implementación de corredores biológicos entre el norte de la Bahía con áreas protegidas del Partido Magdalena y áreas protegidas al sur de la zona de estudio, por ejemplo en el Partido de Madariaga, considerando así mismo el diseño e implementación de un corredor costero marino móvil, asociado a la presencia estacional de diferentes especies acuáticas.
- Elaboración e implementación de Planes de Manejo de las áreas protegidas de la Bahía Samborombón que integren los efectos del cambio climático en la zona.
- Desarrollo de proyectos de investigación sobre la influencia ambiental (distribución, oferta alimenticia, aspectos demográficos) y su efecto sobre las especies emblemáticas con riesgo de conservación a fin de poder contar con datos sólidos respecto a los rangos de tolerancia de estas especies y de sus presas o recursos

alimenticios a fin de garantizar con ello las condiciones de presencia de la especie en el área para la implementación de futuros planes de conservación de especies.

Consideraciones Finales y recomendaciones para los gestores.

El resultado del análisis de vulnerabilidad que precede a estas consideraciones ha hecho evidente la falta de información suficiente y sólida. Además ha puesto en evidencia la falta de criterios básicos, para la planificación (si es que la hubo), la implantación, el desarrolloy el manejo de los recursos y servicios naturales y en las acciones para el desarrollo del Sitio Ramsar Bahía Samborombón y sus adyacencias. La falta de información básica pone en evidencia quela ejecución de acciones para el progreso de la región carecen de los estudios de vulnerabilidad y riesgo que, desde el punto de vista del uso racional de los recursos y servicios naturales son necesarios para asegurar la conservación y el desarrollo sostenible de la región en el futuro.

Probablemente, el caso flagrante es el de la extracción de conchillas, para lograr una ganancia inmediata, omitiendo el grave impacto que dicha actividad produce en las condiciones de sobrevivencia futura de personas, ambientes y actividades humanas, ya que deteriora la calidad del agua subterránea.En este contexto es oportuno destacar que salvo en casos de eventos extremos severos, las precipitaciones no aportan de manera significativa a las reservas de agua subterráneas. El agua segura es un elemento vital que debe ser protegido de manera total y sin ambigüedades. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aprobados por las Naciones Unidas, destacan el valor del agua de manera terminante. Recordemos, además, que la salinización de las aguas dulce conducirá a la pérdida de especies útiles y que hacen al paisaje natural del sitio.

La contaminación de las aguas superficiales está evidentemente ligada con la calidad de los centros de emisión, observando en los canales niveles críticos de contaminación con Cd y Pb. En el resto de los sistemas loticos se observan baja concentración de contaminación con metales. Por otra parte el humedal de la Bahía Samborombón retendría los metales presentes en sistemas lóticos que drenan sus aguas a la bahía antes que lleguen al mar. Entre oros es interesante notar la presencia de As, que es un contaminante natural de aguas subterráneas. Esto podría señalar la creciente extracción de agua subterránea para diversos usos.

El agua aparece ligada también a las inundaciones. Los párrafos respectivos de este Informe plantean la necesidad de datos meteorológicos y oceanográficos, en tiempo real y con condiciones de procesamiento inmediato, para la emisión de avisos y alertas

tempranas de inundación. En condiciones extremas, el buen estado de canales de evacuación del agua al mar, como de los reservorios que pueden contener excesos hasta que esa evacuación sea necesaria, constituye una necesidad ineludible. Indudablemente esta es una cruda verdad, simple y llanamente porque los eventos extremos no permiten resolverlos problemas de la inundación en tiempos mínimos.

A este respecto, otro factor adverso en la protección de vidas y bienes, en la región, es el vinculado a la génesis de meteo-tsunamis. El cambio de la circulación atmosférica, con una aumento en la persistencia de vientos de los sectores que rodean al sector ESE, y el incremento de las condiciones de inestabilidad, debido al aumento de la temperatura y la mayor capacidad de evaporación del océano y de humedad absoluta de las masas de aire, recomiendan sin demora el establecimiento de un sistema de vigilancia hidrometeorológica, con servicio de avisos y alertas tempranas de inundación.Además, el aumento de la temperatura del mar, junto con condiciones de inestabilidad severa, puede generar tornados y trombas, eventos extremos graves para la seguridad en el mar y sobre la tierra.

En cuanto al desarrollo futuro, las perspectivas del cambio climático y la sostenibilidad, el IPCC enfatiza que la vulnerabilidad ante impactos específicos del cambio climático que serán más severos cuando se produzcan asociados con las tensiones que dependan de otras fuentes. La calificación de altamente probable de esta aseveración se sentirá en los sectores más vulnerables. En el caso de la pesca artesanal que se desarrolla en las costas del sitio y sus adyacencias, el riesgo es grande y el peligro de desastres muy probable. Lo mismo ocurrirá con la vulnerabilidad de puertos, como el de Gral Lavalle, para compañías pesqueras que operan o planean establecer operaciones en estas costas.

Considerando las proyecciones climáticas junto con las tendencias actuales de las precipitaciones en el este de la provincia de Buenos Aires y teniendo en cuenta la intensidad de las mismas es probable que el presente periodo “húmedo” persista sobre el sitio. Sin embargo esta situación será modulada por las variaciones naturales de los sistemas oceánicos que regulan variabilidad interanual a interdecádica del sistema climático, así como los potenciales efectos de la recuperación de la capa de ozono austral.

Reduciendo la vulnerabilidad a peligros asociados con los cambios actuales y futuros de la variabilidad climática y los eventos extremos, a través de políticas específicas, como las que se mencionan en el párrafo 10, iniciativas individuales, procesos de planificación con participación mutua y otras formas de acción comunitaria, puede reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

Recordemos que el cambio climático reducirá y podría llegar a impedir las capacidades de países y regiones para alcanzar trayectorias de desarrollo sostenible, como podrían ser medidas en procesos de largo plazo, como el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

El logro de las condiciones que muestra el gráfico sobre desarrollo sostenible (ver figura 26) permitiría un desarrollo regional equilibrado y permanente en el tiempo.A este respecto, estas consideraciones finales no pueden omitir la reiteración de medidas urgentes, mencionadas a lo largo de este análisis de vulnerabilidad.

1º.- Es necesario y urgente densificar las redes y sistemas de observación de las variables meteorológicas, hidrológicas, oceanográficas, implementando observaciones fenológicas y, de ser posible, fenográficas.

2º.- Reunir información social y económica, para fines de planificación y para orientar el quehacer de la comunidad al logro de formas apropiadas de equidad y de medidas de solidaridad.

3º.-Iniciar el monitoreo de variables bio-geofísicas las instalaciones y servicios locales, en coordinación con los servicios nacionales que realizan tareas meteorológicas, hidrológicas, oceanográficas y otras específicas, como las que encaran el INTA, el Servicio Meteorológico Nacional, INA y la Dirección Nacional de Hidrografía .

4º.-Diseñar, en línea con las normas y procedimientos y las reglamentaciones nacionales e internacionales vigentes en el país, los procedimientos necesarios para la mejor operación, inspección técnica y operativa y la colección de datos, en tiempo real y diferido para su procesamiento. Evidentemente, estas tareas podrán ser realizadas por las instituciones oficiales, mediante acuerdos con lasautoridades implicadas en el Sitio Ramsar. Lo importante es que las mismas normas sean aplicadas, inclusive por instalaciones privadas, a fin de asegurar compatibilidad y sumar información a la protección ambiental del sitio y sus adyacencias.

5º.- Deberán diseñarse normas y procedimientos para la divulgación de las cuestiones inherentes a las problemáticas que deben encararse para la protección del sitio, ante el cambio climático. La información en casos de eventos extremos, incluidas las sequías, deberán ser las que establezcan los órganos oficiales pertinentes.

6º.-Es necesario y urgente iniciar la educación formal e informal sobre el cambio climático y sus implicaciones regionales y locales. Esta actividad se inauguraría con un taller a realizarse una vez aprobado este estudio de vulnerabilidad

Por lo expuesto, se hace necesaria la participación de la ciudadanía, cuya colaboración, directa o a través de movimientos sociales participativos y organizaciones no gubernamentales específicas, permitirá resolver las cuestiones de educación popular en cuestiones ambientales y orientar a cada habitante del sitio y sus adyacencias en la defensa del sitio y su sostenibilidad.

Finalmente, el estado actual del proceso de cambio del sistema climático global y sus implicaciones regionales recomienda la gestión de un proyecto de asistencia técnica, para el desarrollo de las instalaciones y servicios necesarios, el adiestramiento del personal del sitio y la vigilancia ambiental del mismo.

Capítulo 2 – Estudio de Ecología del Paisaje del Sitio Ramsar Bahía Samborombón y área de influencia.

Área de estudio: Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia.

Para la realización del **análisis de ecología de paisajes** para la planificación, desarrollo y ejecución de estrategias de Adaptación al Cambio Climático y monitoreo en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia, se categorizó el área de estudio en diez tipos de ambientes (Tabla 22, Fig. 73). Para el caso de las marismas, se utilizó la clasificación supervisada generada por Isacch y col. (2006), en la cual se identificaron tres principales especies vegetales dominantes de marismas (*Spartina densiflora*, *Spartina alterniflora* y *Sarcocornia perennis*). Para generar dicha imagen clasificada, los autores utilizaron imágenes satelitales obtenidas de los sensores *Thematic Mapper* (TM) a bordo del satélite Landsat 5 y *Thematic MapperEnhanced* (ETM +) a bordo del Landsat 7 (resolución espacial de 30 m), entre marzo de 2000 y Febrero de 2003. Solo se seleccionaron las imágenes tomadas en niveles bajo de marea. La categoría Bosque de tala se obtuvo a partir de los polígonos generados por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) confeccionados para la reglamentación de la Ley Nacional Nº 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.El resto de las categorías fueron obtenidas a partir de la imagen de coberturas del suelo de la Provincia de Buenos Aires, generado por el Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART) en el marco del convenio “Desarrollo de un sistema de evaluación de usos de la tierra”, Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción de la provincia de Bs. As. (MAAyP). Para la estimación de la superficie implantada con cereales de invierno y cultivos de verano, se realizaron 6 viajes a campo para relevar información. Con un GPS se identificaron áreas con diferentes tipos de cobertura de suelo, las cuales fueron ingresados a un Sistema de Información Geográfico (SIG) y asociadas a la información generada a partir de imágenes compuestas obtenidas del satélite SAC-C (resolución espacial de 175 m), provisto por la CONAE. Se utilizaron 7 imágenes SAC-C de mayo/junio y de octubre/noviembre 2004, con las cuales se armaron 4 imágenes compuestas de dos fechas cada uno.

Ambientes	Superficie (km2)	%
Bosque de tala	444.67	3.04
Cultivo	63.14	0.43
Recursos forrajero	11601.01	79.40
Laguna	67.18	0.46
Bajo inundable	675.27	4.62

Urbano	29.35	0.20
Spartina alterniflora	50.98	0.35
Playa intermareal	162.01	1.11
Spartina densiflora	742.21	5.08
Sarcocornia perennis	74.99	0.51
total	14611.34	100

Tabla 22
Superficie y porcentaje de los ambientes presentes en el Sitio Ramsar Bahía Samborombón y su zona de influencia.

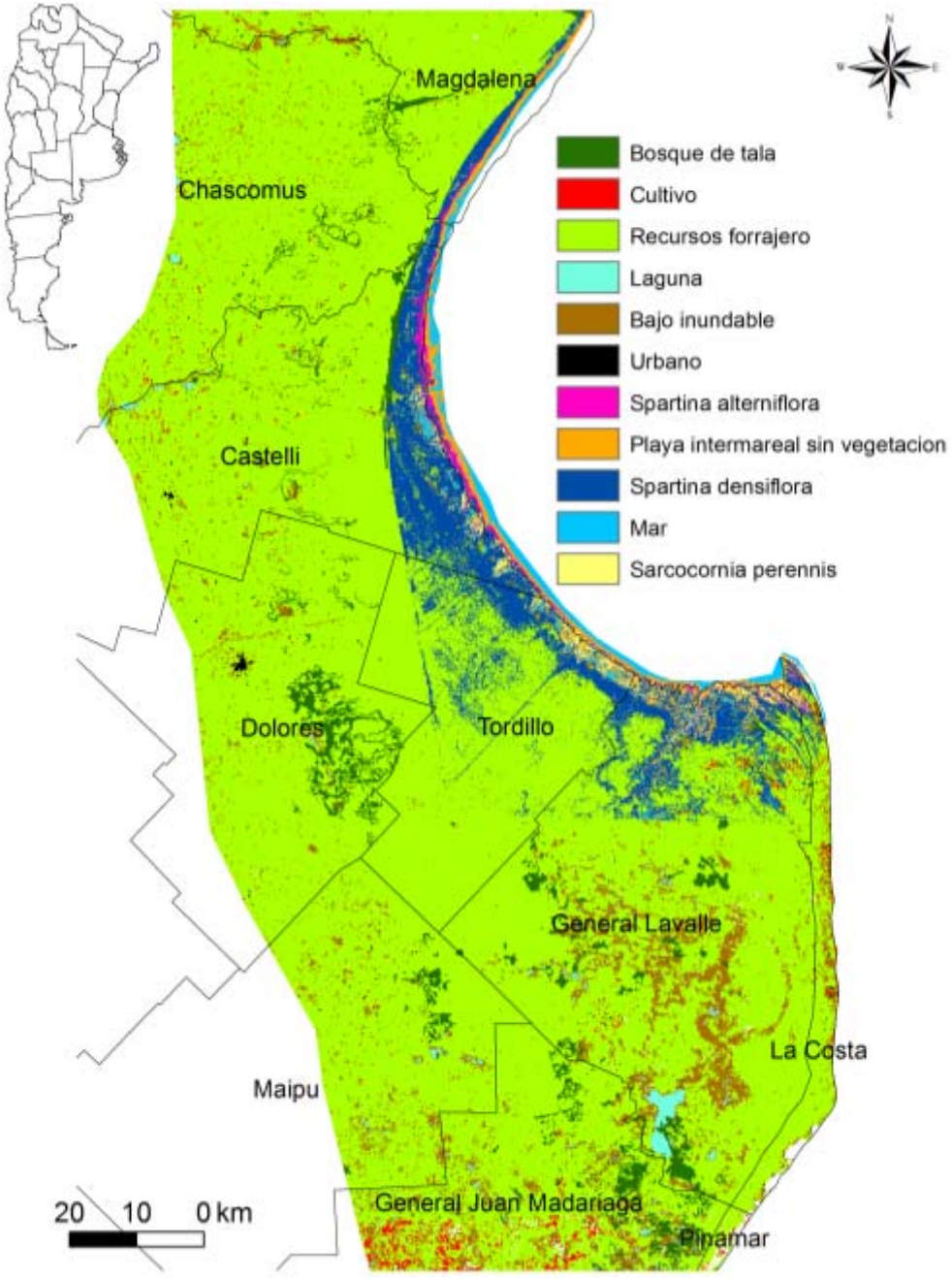


Figura 73
Principales tipos de ambientes presentes en Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Definir los objetivos de conservación y la unidad de paisaje

Se definieron tres objetivos de conservación. Para cada uno de ellos, se escogió una unidad de paisaje circular de radios variables (r) (e.g. ventanas circulares móviles), cuya extensión sea ecológicamente significativa para la especie o el tipo de ambiente en estudio. En estas unidades se realizaron las mediciones de las características del paisaje.

Objetivo de conservación 1. Ambientes de marismas.

Tres principales especies vegetales dominan las marismas presentes en el Sitio Ramsar Samborombón y su área de influencia: *Spartina alterniflora, Spartina densiflora, y Sarcocornia perennis* (Isacch et al. 2006).

Para definir la unidad de paisaje se analizó la variación del área media de los parches de estos ambientes en unidades de paisajes de diferentes tamaños. Los radios de las unidades de paisaje se estimaron tomando el tamaño mínimo de parche, el tamaño máximo de parche y el tamaño de parche más frecuente y el tamaño máximo de parche de cada tipo de marisma. Posteriormente se graficó el área media de los parches en función de diferentes radios (o tamaño de ventana) y se identificó el tamaño mínimo de la unidad de paisaje a la cual el área media del parche no presentaba variación, lo cual puede ser visualizado como un aplanamiento de la curva (Fig. 74). En base a este análisis se seleccionó como unidad de paisaje un **área circular con 570 m de radio**.

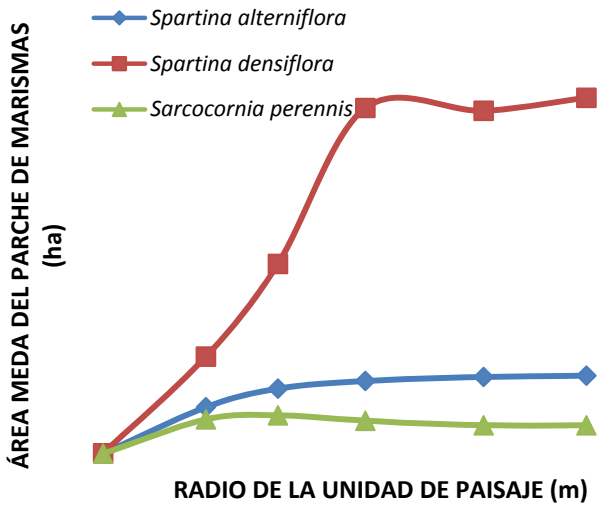


Figura 74
Tamaño medio del parche de los tres tipos de marismas en función de unidades de paisaje circular de radios variables.

Objetivo de conservación 2. Bosque de Tala.

Para definir la unidad de paisaje se analizó la variación del área media de los parches de Bosque de Tala en unidades de paisajes de diferente tamaño. Para ello, se graficó el área media de los parches en función de diferentes radios (o tamaño de ventana) y se identificó el tamaño mínimo de la unidad de paisaje en la cual el área media del parche no presentaba variación, lo cual está determinado por una aplanamiento de la curva (Fig. 75).

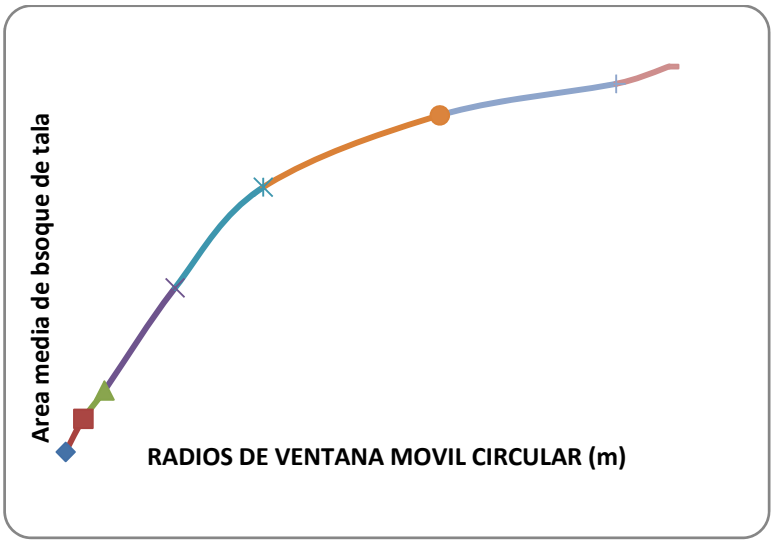


Figura 75
Tamaño medio del parche de Bosque de Tala en función de unidades de paisaje circular de radios variables.

Objetivo de conservación 3. Venado de las Pampas.

Para determinar la unidad de paisaje se utilizó como referencia el área de acción (*home-range:* 14.22 km^2) del Venado de las Pampas estimado por Vila (2008). A partir de este valor de área se obtuvo **un radio de 2.300 m** para la unidad de paisaje circular.

A partir del análisis de las métricas del paisaje para el Bosque de Tala (ver inciso anterior) se decidió utilizar la misma escala espacial (**r = 2.300 m**) para hacer un análisis del paisaje para los parches del Bosque de Tala y de los posibles ambientes utilizados por el Venado de las Pampas en el Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Definir las variables o métricas del paisaje

Área media de parche (AMP): Es la suma de los tamaños de parches de un tipo de ambiente dividido el número total de parches del mismo tipo ambiente en una determinada unidad de paisaje circular de un radio definido. El área media de cada ambiente tiene una gran utilidad ecológica y puede ser catalogado como una de las

métricas del paisaje de mayor utilidad para describir un paisaje. Por ejemplo, existe considerable evidencia de que la riqueza de aves, y/o la presencia y abundancia de algunas especies están fuertemente correlacionadas con el tamaño del parche (Robbins et al. 1989). La mayoría de las especies tienen requerimientos mínimos de hábitat: la superficie mínima necesaria para cumplir con todos los requisitos de su ciclo de vida. Es decir, el tamaño de cierto hábitat para una especie debe ser lo suficientemente grande para permitir que esta especie obtenga sus requisitos mínimos de hábitat. Por lo tanto, la información de tamaño del parche por sí sola podría ser utilizada para modelar la riqueza de ciertas especies, uso de hábitat y patrones de distribución en un paisaje dado.

Porcentaje de una categoría en el paisaje (%PAI): Es igual a la suma de las áreas (m^2) de todos los parches de una categoría dividido el área total del paisaje (m^2), multiplicado por 100 (para convertir a un porcentaje). %PAI varía entre 0 y 100 ($0 < \%PAI > 100$), cuando se aproxima a 0 significa que dicha categoría se hace cada vez más rara en el paisaje; mientras que valores cercanos a 100 indican que todo el paisaje se compone de un solo parche de esa categoría.

El porcentaje en el paisaje cuantifica la abundancia proporcional de cada categoría o tipo de ambiente en el paisaje. Al igual que el área total de cada categoría, esta métrica es una medida fundamental de la composición del paisaje y una característica importante en un número de aplicaciones ecológicas. Sin embargo, debido a que %PAI es una medida relativa de la composición del paisaje, puede ser más apropiada para la comparación entre paisajes de diferentes tamaños. Por ejemplo, un importante subproducto de la fragmentación del hábitat es la pérdida de hábitat. En el estudio de la fragmentación de los bosques, por lo tanto, resulta importante saber cuánto del tipo de ambiente objetivo (hábitat) existe dentro del paisaje.

Densidad de parches (DP): Representa el número de los parches de una categoría dividido por el área total del paisaje (m^2), multiplicado por 10.000 y 100 (para convertir a 100 hectáreas). El DP informa el número de parches en 100 hectáreas. El PD está limitado por el tamaño de la celda o pixel, debido a que el valor máximo se alcanza cuando cada celda es un parche separado. Por lo tanto, en última instancia, el tamaño de celda determinará el número máximo de parches por unidad de área. Este índice es un aspecto fundamental de patrón de paisaje y tiene la misma utilidad básica que el número de parches como un índice, excepto que DP se expresa por unidad de área, facilitando las comparaciones entre paisajes de diferentes tamaños. Si el la extensión del paisaje es constante, entonces la densidad de parches y el número de parches transmiten la misma información.

Distancia euclidiana al vecino más cercano (DVC): Se define como la distancia más corta en línea recta entre el parche focal y su vecino más cercano de igual categoría. La medición se hace de borde a borde, entre los puntos centrales de los pixeles de borde. El

valor del índice se expresa en m y se aproxima a 0 a medida que disminuye la distancia entre parches de la misma clase. A medida que la distancia lineal entre dos parches de la misma categoría aumenta, DVC se hará proporcionalmente más grande y por lo tanto, cuanto más grande es DVC, mayor es la distancia entre dos parches de la misma categoría.

Porcentaje de celdas adyacentes (%ADY): Se define como el número de celdas adyacentes de una categoría dividido por el número total de celdas adyacentes a la celda focal, y multiplicado por 100 (para convertir a porcentaje). Este índice mide el grado de agregación de un tipo de parche focal. El %ADY varía entre 0 y 100, siendo que el valor mínimo indica que la presencia de parches de la misma categoría es nula, es decir, hay desagregación máxima. Esto es que cada celda pertenece a una categoría diferente y no existen adyacencias similares. El valor del índice de %ADY aumenta a medida que el parche de una categoría es cada vez más agregado y por lo tanto predominan las adyacencias entre píxeles del mismo tipo. El valor del índice posee un valor de 100 cuando hay un solo parche grande y compacto; es decir, que todas las celdas adyacentes pertenecen a la misma categoría. En este caso el paisaje contiene un borde compuesto en su totalidad por la misma categoría.

Densidad de borde (DB): Se define como la suma de las longitudes (m) de todos los segmentos de borde de un tipo de ambiente dividido por el área total del paisaje (m^2) y multiplicado por 10.000 (para convertir a hectáreas). DB estandariza la cantidad de bordes en base a una unidad de superficie que facilita las comparaciones entre paisajes de diferentes tamaños. Sin embargo, cuando se comparan los paisajes de idéntico tamaño, el borde total y densidad de borde son completamente redundantes.

La cantidad de borde en un paisaje es importante para muchos fenómenos ecológicos. En ecología del paisaje se ha postulado que el patrón espacial está afectado en gran medida por los efectos de borde. Por ejemplo, el efecto de borde del bosque se debe principalmente a las diferencias en la intensidad de viento y de luz (Gratkowski 1956, Ranney et al. 1981, Chen y Franklin 1990). Sumado a esto, los cambios en la dispersión de semillas y la herbivoría pueden influir en la composición y estructura de la vegetación (Ranney et al. 1981). La proporción de un parche de bosque que se ve afectado por la forma y la orientación de parche, y por la cobertura del parche adyacente o vecino. Por ejemplo, un parche grande pero que presenta una forma muy compleja, podría ser definido como un hábitat completamente de borde. Actualmente está ampliamente aceptado que los efectos de borde deben ser vistos desde una perspectiva centrada en el organismo debido a los efectos de borde los afectan de formas diferentes, donde algunas especies tienen una afinidad por los bordes, algunos no se ven afectados por la cantidad de hábitat de bordes, y otras están afectadas de forma negativa. De hecho, una de las consecuencias más dramáticas y bien estudiadas de la fragmentación del hábitat es un aumento en la abundancia de hábitat borde. Los primeros esfuerzos enfocados a la

gestión de la vida silvestre se han centrado en la maximización de hábitat de borde, ya que se creía que la mayoría de las especies se veían favorecidas por las condiciones proporcionadas por estos tipos de hábitats y que la yuxtaposición de diferentes hábitats aumentaría la diversidad de especies (Leopold 1933). Sin embargo, estudios recientes han sugerido que los cambios en el microclima, vegetación, poblaciones de invertebrados, depredación, parasitismo y la competencia a lo largo de los bordes de un hábitat podrían provocar la disminución de varias especies de vertebrados, debido a su dependencia de las condiciones internas de dicho hábitat.
Por lo tanto, especies que habitan en el interior de un tipo de ambiente pueden ser sensibles a la forma del parche siendo que cuanto más complejo sea la forma del parche, mayor será la densidad de hábitat de borde. Es por ello, que la densidad de borde suele ser una parte muy crítica en el estudio de la fragmentación del ambiente.

Resultados y conclusiones

Objetivo de conservación 1. Ambientes de marismas.

Para analizar la configuración y composición del paisaje de las marismas se utilizó como unidad depaisaje ventanas circulares móviles de un **radio de 570 m**.

Para el análisis de las métricas del paisaje se utilizó el programa gratuito *Fragstats* (versión 4.0, http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats, McGarigal et al., 2012).

En cada unidad de paisaje se obtuvieron seis variables o métricas del paisaje para cada categoría de ambientes presentes en la imagen del área de estudio, excepto para las categorías “Urbano” y “Mar” (ver Fig. 1): 1) **Indicadores de la configuración y composición** (Área media de parche (AMP), Porcentaje de una categoría en el paisaje (%PAI) y Densidad de parches (DP)), 2) **Indicadores de la fragmentación** (Porcentaje de celdas adyacentes (%ADY), y Distancia al vecino más cercano (DVC)), y 3) **Indicador de la forma** (Densidad de bordes (DB)).

Para facilitar la visualización de las métricas del paisaje se generaron dos tipos mapas para cada una de ellas (12 mapas en total). Un primer tipo de mapas está focalizado en destacar las métricas del paisaje para las tres categorías de marismas (*Spartina densiflora, Spartina alterniflora,* y *Sarcocornia perennis*) y un segundo tipo de mapas focalizado en mostrar el resto de las categorías ambientales (Cultivo, Recurso forrajero, Bosque de Tala, Laguna y Bajo inundable).

Interpretación de las métricas de la configuración y composición del paisaje.

Área media de parche. El área media del parche de *Spartina alterniflora* es de 7.33 ha y llega a valores máximos de 86.67 ha (Tabla 23). Los parches de mayor tamaño se concentran en el sector central de la Bahía Samborombón (Partido de Castelli) (Fig. 76). El área media del parche de *Sarcocornia perennis* es de 6.42 ha, alcanzando valores máximos de 76,95 ha. Los parches de mayor tamaño se concentran en el sector central del área de estudio, a la altura del Partido de Tordillo y en el extremo sur del Partido de Castelli (Fig. 76). *Spartina densiflora* es la categoría más ampliamente distribuida con un área media de parche de 21.76 ha y un área máxima de 91.53 ha. Los parches de mayor tamaño se concentran en el sector central, al igual que las otras dos categorías, principalmente en el partido de Castelli (Fig. 76).

Tabla 23
Estimaciones de la media, el desvío estándar y el valor máximo de las variables métricas del paisaje de las marismas, calculado a partir de ventanas circulares móviles de de 570 m de radio

Variables del paisaje	Estadístico	Spartina alterniflora	Spartina densiflora	Sarcocornia perennis
AMP	Media	7.33	21.76	6.42
	Desvio	20.86	32.92	18.12
	Max	86.67	91.53	76.95
DB	Media	32.39	43.43	32.39
	Desvio	22.95	28.35	55.15
	Max	126.84	129.80	122.91
%PAI	Media	16.95	37.78	17.05
	Desvio	38.15	50.92	35.28
	Max	94.69	100.00	84.07
DP	Media	3.34	3.49	3.66
	Desvio	7.28	7.74	7.21
	Max	16.39	17.48	15.30
%ADY	Media	40.02	54.66	36.45
	Desvio	52.28	58.00	48.98
	Max	94.52	100.00	90.08
DVC	Media	236.00	250.00	264.00
	Desvio	486.00	510.00	520.00
	Max	1026.00	1080.00	1080.00

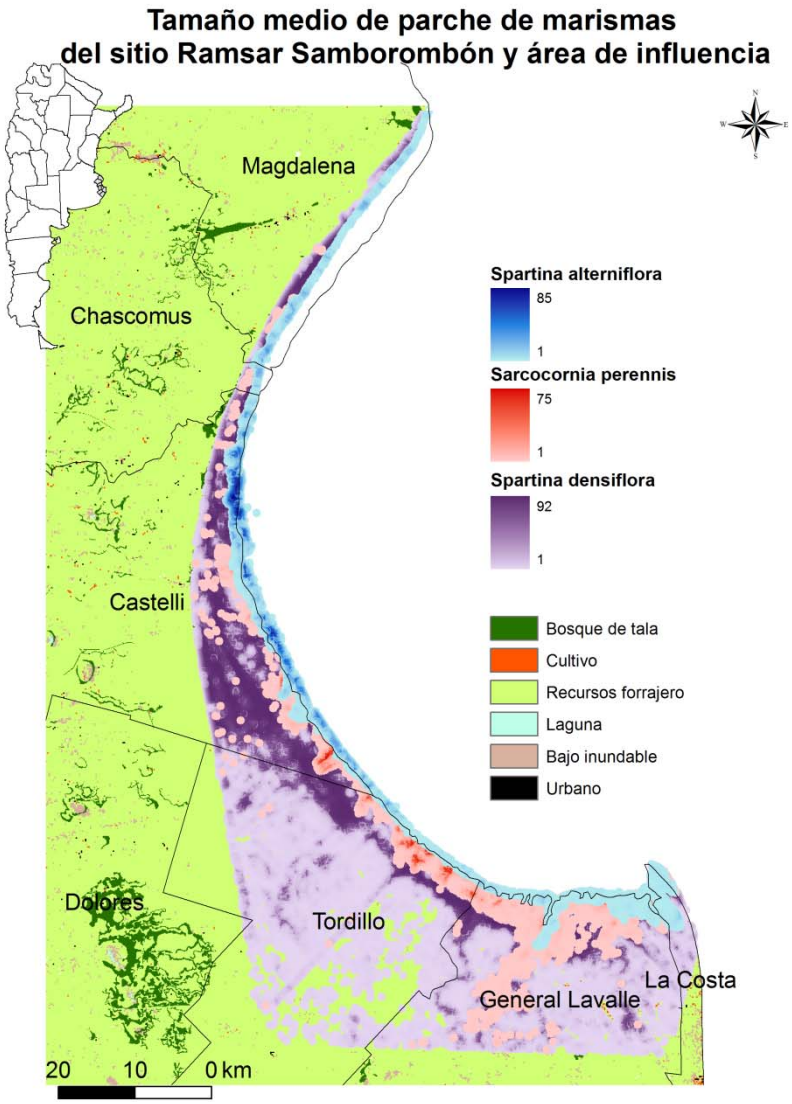


Figura 76
Tamaño medio de parche de marismas del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Porcentaje de marismas en el paisaje. El porcentaje de *Spartina alterniflora* varía entre un 17 – 95% (Tabla 23). Los mayores porcentajes de este tipo de marisma se encuentran principalmente en el partido de Castelli y secundariamente en el sector norte incluyendo los partidos de Magdalena y Chascomús (Fig. 77). El porcentaje de *Sarcocornia perennis* varía entre un 17 – 84%, donde los mayores porcentajes están distribuidos en el centro y sur del área de estudio, incluyendo los partidos de Castelli, Tordillo y Gral. Lavalle (Fig. 77). *Spartina densiflora* es el tipo de marisma más abundante (entre un 38 - 100%) y más ampliamente distribuida a lo largo de la Bahía Samborombón (Fig. 77).

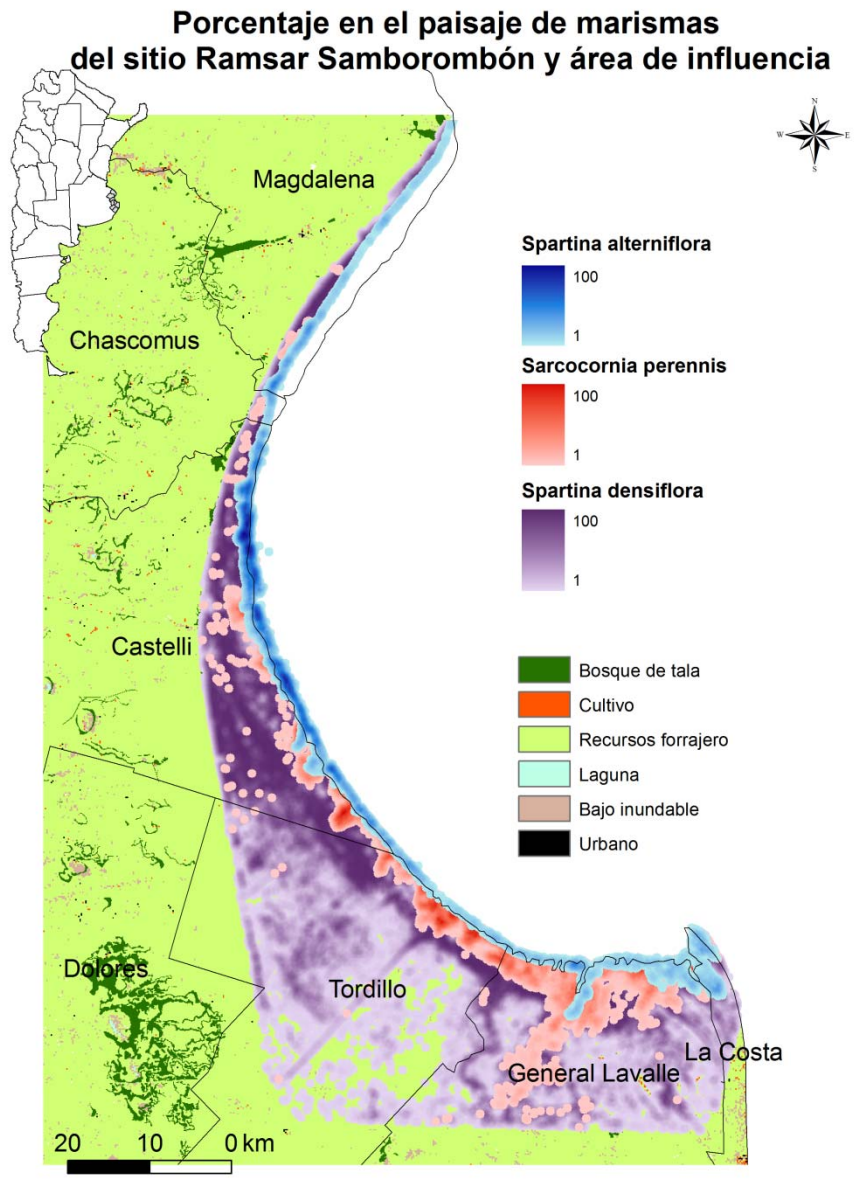


Figura 77
Porcentaje de marismas en el paisaje del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Densidad de parches. Se encontraron densidad de parches similares entre las tres clases de marismas presentes en el área de estudio, variando en promedio entre 3 a 17 parches en 100 ha (Tabla 23). La mayor densidad de parches de *Spartina alterniflora* se concentran en el centro (partido de Castelli) y sur (partidos de Tordillo, Gral. Lavalle y La Costa) del área de estudio, mientras que la mayor densidad de *Sarcocornia perennis* están solo en el partido de Gral. Lavalle (Fig. 78). *Spartina densiflora* presenta una alta concentración de parches en el sector sur al igual que *S. alterniflora* (Fig. 78).

El área media de parche y el porcentaje en el paisaje varían de forma inversa a la densidad de parches, por lo tanto los sectores que presentan los mayores valores de

área media de parche y porcentaje en el paisaje son los que exhiben los menores valores de densidad de parches.

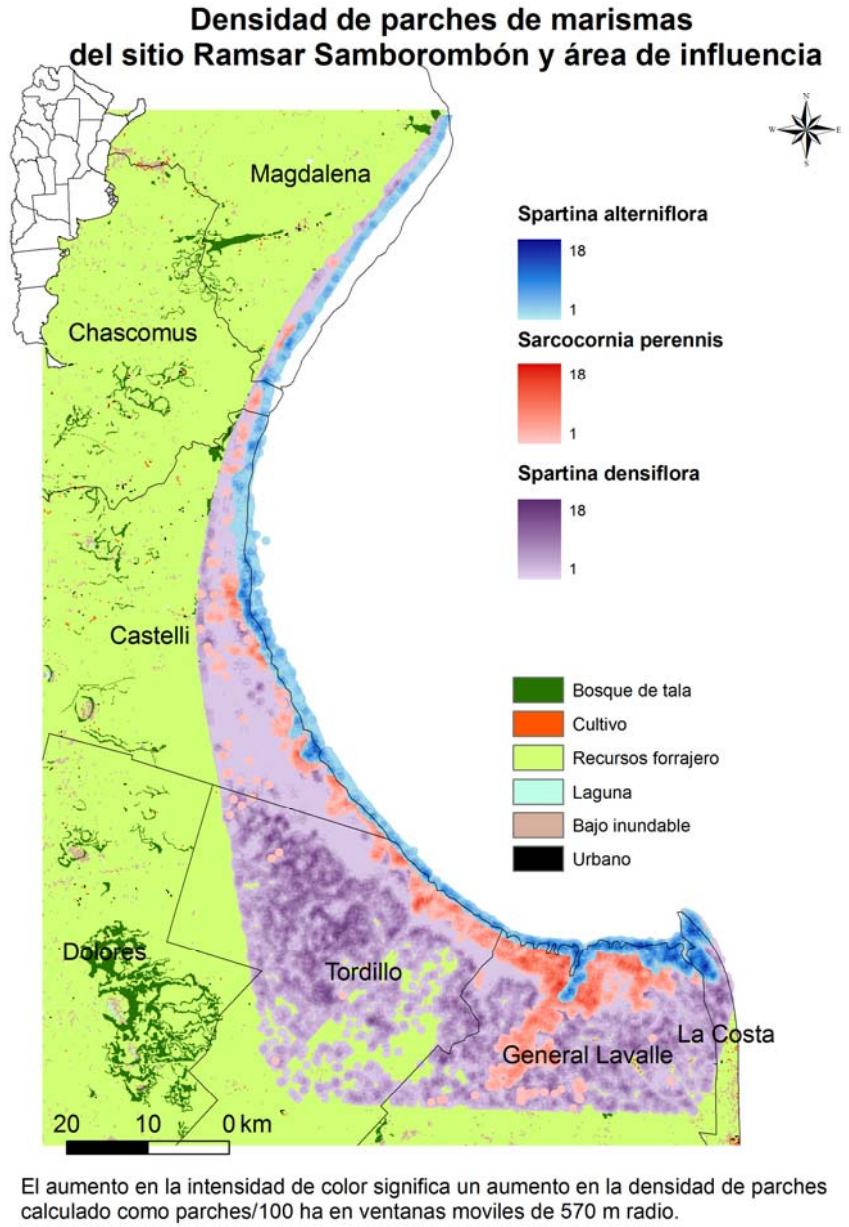


Figura 78
Densidad de parches de marismas en el Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Interpretación de las métricas Indicadoras de la fragmentación.

Porcentaje de celdas adyacentes. *Spartina alterniflora* presenta una paisaje más agregado (50-100%), es decir, donde los parches de esta categoría se encuentras más conectados, en el sector central a la altura del partido de Castelli (Fig. 79). Asimismo, *Sarcocornia perennis* muestra una mayor conectividad entre parches al sur del partido de Castelli y en el partido de Tordillo (Fig. 79). *Spartina densiflora* presenta un paisaje agregado a lo largo de la zona costera del área de estudio, mientras que los parches más

disgregados (0-50 %) se ubican a mayores distancias de la costa en los partidos del sur (Tordillo, Gral. Lavalle y La Costa) (Fig. 79).

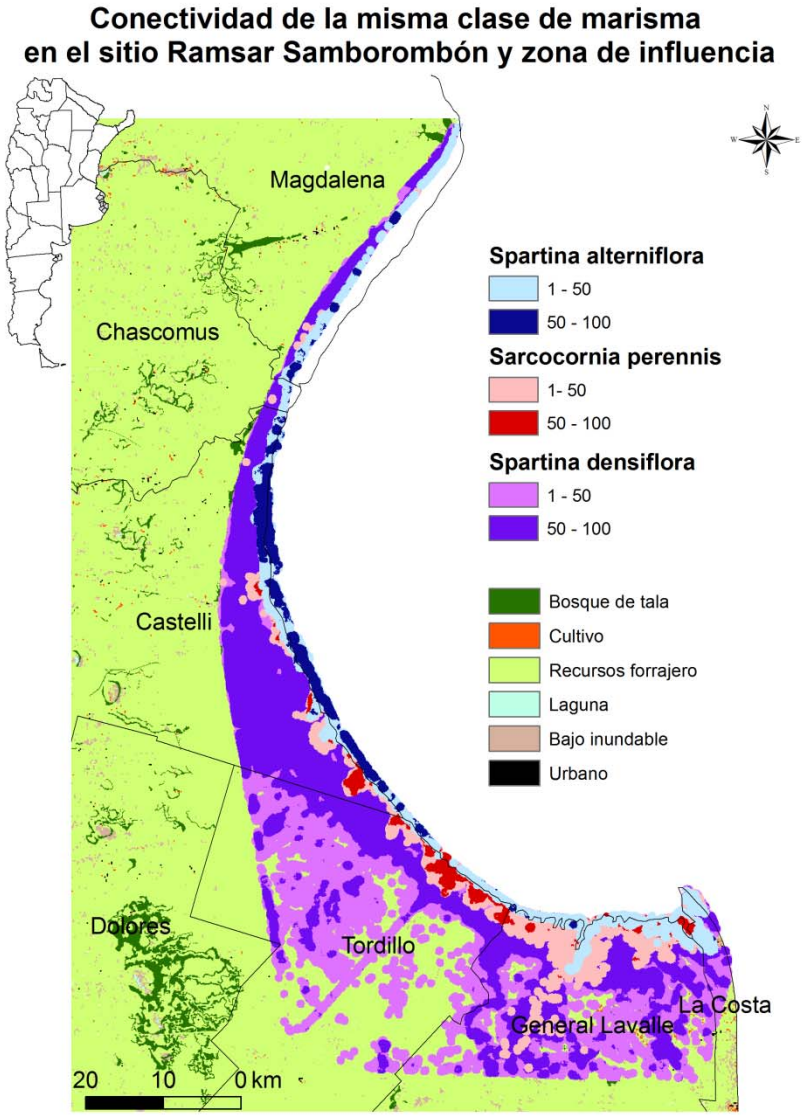


Figura 79
Porcentaje de celdas adyacentes de marismas en el Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Distancia al vecino más cercano. Los tres tipos de marismas presentan distancias intermedias entre parches de la misma categoría (200-400 m) a lo largo de toda el área de estudio (Fig. 80). Cabe destacar que en el caso de *Spartina densiflora* se observa una zona en blanco de tamaño considerable principalmente en el partido de Castelli, y otras de menor tamaño en los partidos de Magdalena (al norte) y Gral. Lavalle (al sur) lo cual está indicando que en esos sectores la distancia entre parches es nula (Fig. 80).

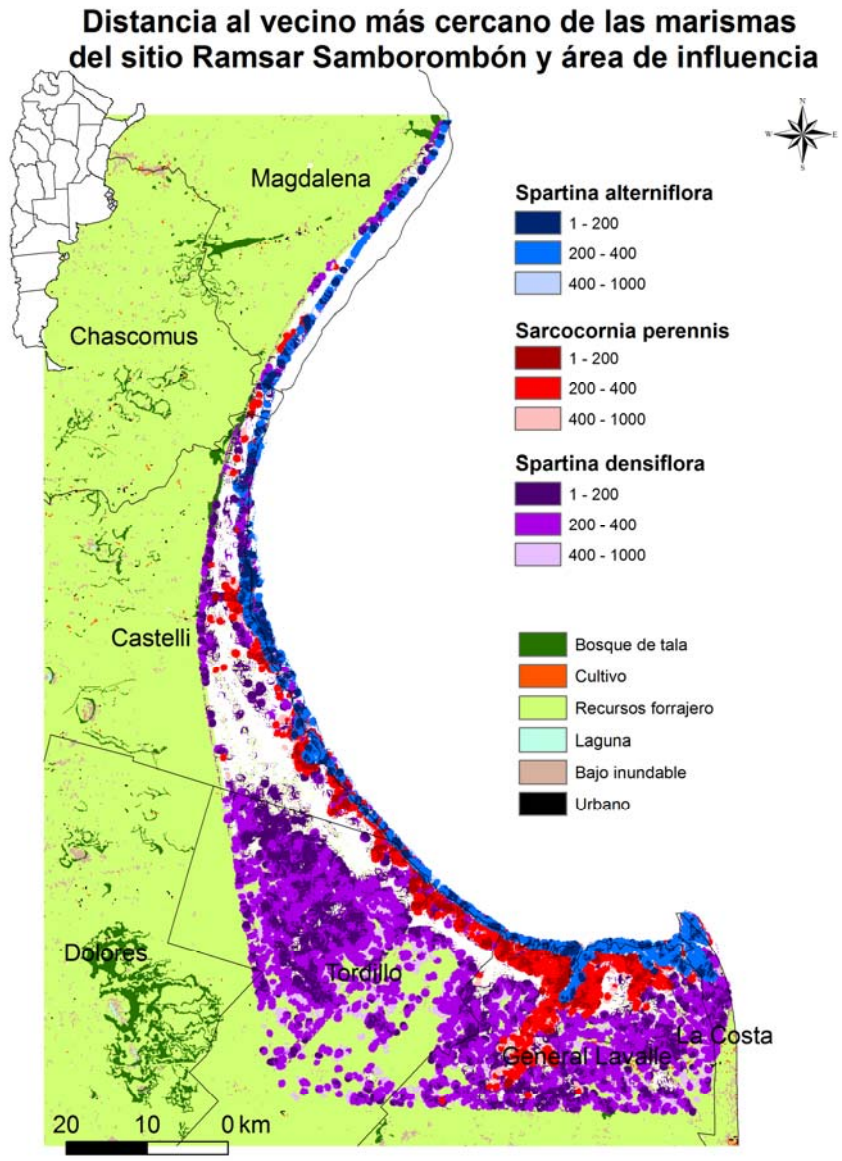


Figura 80
Distancia al vecino más cercano de las marismas en el Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Interpretación de las métricas Indicadoras de la forma.

Densidad de bordes.*Spartina alterniflora* presenta una densidad media de borde que oscila entre 32 - 126 m/ha (Tabla 23), y muestra valores altos en toda el área de distribución, indicando que la mayoría de los parches poseen formas complejas (Fig. 81). En el caso de *Sarcocornia perennis* presenta valores de densidad de borde que varían entre 32 - 123 m/ha, siendo que los parches de formas más complejas se encuentran ubicados en la zona central (partido de Castelli) y sur (partidos de Tordillo, Gral. Lavalle y La Costa) del área de estudio (Fig. 81). *Spartina densiflora* muestra valores de densidad

de bordes que fluctúan entre 43 – 130 m/ha, presentado parches con formas complejas principalmente en la zona central (partido de Castelli) y sur (partidos de Tordillo, Gral. Lavalle y La Costa) (Fig. 81).

Es importante destacar que las tres categorías de marismas muestran valores altos de densidad de borde, es decir, presentan parches con formas complejas, lo cual nos estaría indicando ambientes fragmentados.

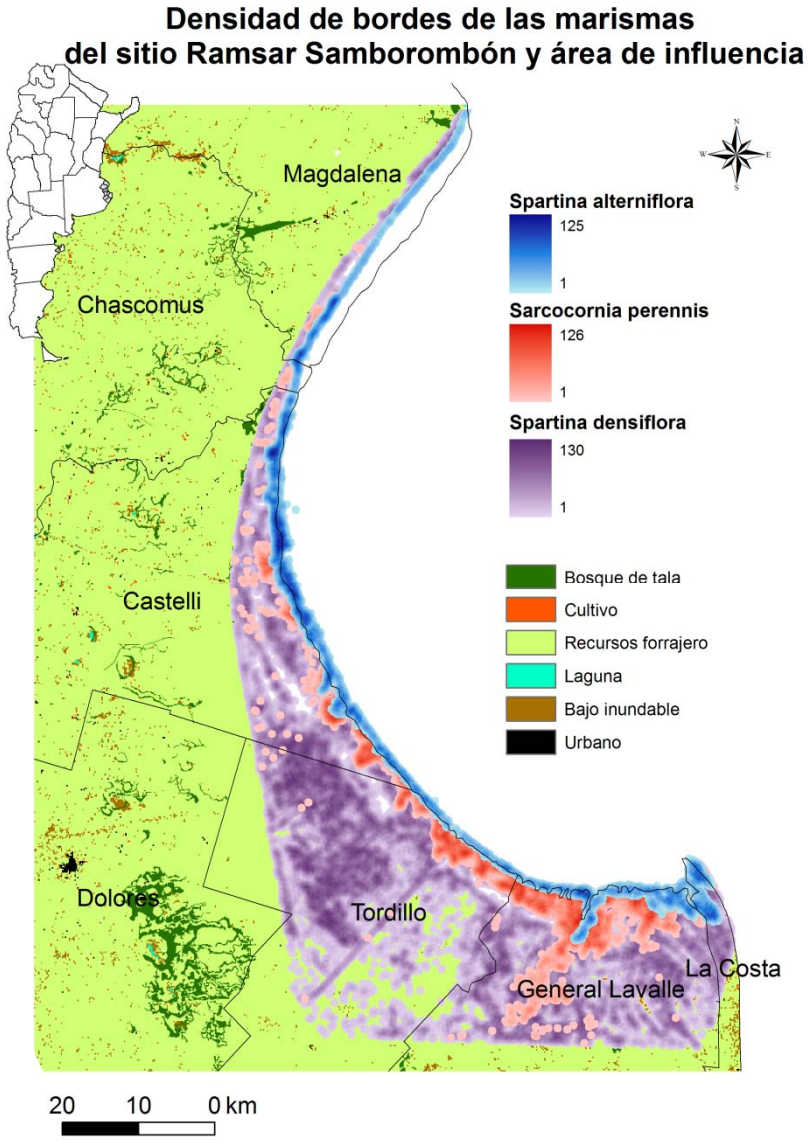


Figura 81
Densidad de bordes de las marismas en el Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Conclusiones sobre las marismas

Las variables de paisaje indicadoras de la configuración y composición del paisaje muestran que tanto elárea media de parche (AMP) de *Spartina alterniflora* como el porcentaje en el paisaje (%PAI) se concentran en el sector central de la Bahía

Samborombón (Partido de Castelli) (Fig 76 y Fig. 77). Al comparar ambas métricas AMP y %PAI, se observa que aquellos sitios donde los parches son de mayor tamaño coinciden con los sitios donde hay mayor porcentaje de esta marisma en el paisaje. Con lo cual, habría pocos parches pero de gran tamaño. En cambio la variable densidad de parches (DP) muestra que las zonas de altos valores de DP se sitúan en el partido de Gral. Lavalle y La costa (Fig. 78), debido a que son parches con bajos valores AMP, son regiones con bajos valores de %PAI. Se puede concluir que en el partido de Castelli es donde se sitúan la mayor concentración de *Spartina alterniflora.*

En el partido de Tordilloy en el extremo sur del Partido de Castelli, se concentran los parches más grande y los mayores valores del %PAI de *Sarcocornia perennis* (Fig. 76 y Fig. 77). Asimismo, los valores DP son relativamente homogéneos en la totalidad del área de estudio, poniendo en evidencia que habría igual número de parches pertenecientes a este tipo de marisma (Fig. 78).

Spartina densiflora es la categoría más ampliamente distribuida. Los parches de mayor tamaño y los valores más altos de %PAI se concentran en torno al partido de Castelli y Magdalena (Fig. 76 y Fig. 77). Los partidos de Tordillo, Gral Lavalle y La Costa también exhiben elevados valores de %PAI, que se debe a la alta densidad de parches de pequeño tamaño de este tipo de marismas (Fig. 78).

A partir de ambas métricas indicadoras de fragmentación se puede indagar que los parches de *Spartina alterniflora* están más conectados o agregado (50-100%) en el sector central a la altura del partido de Castelli, esto lo muestro el alto valor del porcentaje de celdas adyacentes (%ADY) y las menores distancias entre parches de esta categoría (Fig. 79 y Fig. 80). En el caso de la *Sarcocornia perennis* muestra una mayor conectividad entre parches al sur del partido de Castelli y en Tordillo (Fig. 79). Sin embargo, a la altura del partido Gral. Lavalle y Tordillo, hay zonas bastantes disgregadas (bajos valores de %ADY) pero con bajas distancias al parche vecino más cercano. Esto demuestra que si bien los parches adyacentes no son de ese tipo de marisma, si lo son los vecinos más cercanos. Concluyendo que si bien hay alta fragmentación, los parches de esta marisma no se encontrarían demasiado aislados. La *Spartina densiflora* presenta un paisaje relativamente agregado a lo largo de la zona costera (Fig. 79), este patrón coincide con las zonas en blanco que muestra la distancia el vecino más cercano indicando aquellos sectores donde la distancia entre parches es nula (Fig. 80). Mientras que los parches más disgregados (0-50 %) se ubican a mayores distancias de la costa en los partidos de Tordillo, Gral. Lavalle y La Costa (Fig. 79). Al igual que la *Sarcocornia perennis*, habría en dicha zona parches disgregados aunque no totalmente aislados, debido a que la distancia al parche vecino más cercanos es relativamente baja (menores a 400 m).

Por último la variable del paisaje indicadora de la forma, muestra que la*Spartina alterniflora* exhibe altos valores de densidad de bordes en toda el área de distribución, indicando que la mayoría de los parches poseen formas complejas (Fig. 81). En el caso de *Sarcocornia perennis* y de *Spartina densiflora*exhiben parches de formas más complejas en la zona central (partido de Castelli) y sur (partidos de Tordillo, Gral. Lavalle y de La Costa) (Fig. 81). Es importante destacar que las tres categorías de marismas muestran valores altos de densidad de borde, es decir, presentan parches con formas complejas, lo cual nos estaría indicando ambientes fragmentados.

Objetivo de conservación 2 y 3. Bosques de Tala y Venado de las Pampas.

Para analizar la configuración y composición del paisaje de los Bosques de Tala se utilizó como unidad de paisaje ventanas circulares móviles de un **radio de 2300 m**. Se utilizó el programa gratuito *Fragstats*para el análisis de las métricas del paisaje(McGarigal et al., 2012).

En cada unidad de paisaje se obtuvieron cinco variables o métricas del paisaje para los Bosques de Tala y las tres categorías de marismas: 1) **Indicadores de la configuración y composición** (Área media de parche (AMP), Porcentaje de una categoría en el paisaje (%PAI) y Densidad de parches (DP)), 2) **Indicadores de la fragmentación** (Porcentaje de celdas adyacentes (%ADY), y 3) **Indicador de la forma** (Densidad de bordes (DB)).

Para facilitar la visualización se agruparon las figuras de dos formas distintas. El primer grupo reúne los mapas de las categorías Bosques de Tala y de marismas (*Spartina densiflora, Spartina alterniflora,* y *Sarcocornia perennis.* Mientras que el segundo grupo reúne las categorías Bosque Tala, cultivo, recurso forrajero, bajo inundable y laguna.

Interpretación de las métricas de la configuración y composición del paisaje

Área media de parche. El área media del parche de Bosque de Tala es de 37 ha y alcanza valores máximos de 1150 ha (Tabla 24). Los parches de mayor tamaño se concentran principalmente en el sector central de la Bahía Samborombón (Partido de Dolores) y algunas zonas más pequeñas al sur del área de estudio (Partidos de Gral. Lavalle, Gral. Madariaga y Maipú) (Fig. 82). *Spartina densiflora e*s la categoría más ampliamente distribuida con un área media de parche de 69 ha y un área máxima de 1527 ha (Tabla 24). Asimismo, los parches de mayor tamaño se concentran en el Partido de Castelli, Chascomús y Magdalena, y zonas más pequeñas en el partido de Gral. Lavalle (Fig. 82). El área media del parche de *Spartina alterniflora* es de 15 ha y llega a

valores máximos de 488 ha, siendo que los parches de mayor tamaño se concentran en el sector norte en una pequeña zona del partido de Castelli. El área media de los parches de *Sarcocornia perennis* es de 6 ha, alcanzando valores máximos de 178 ha. Los parches de mayor tamaño son los menos abundantes y se concentran en el sector central (Partido de Castelli) y sur (Partido de Tordillo) (Fig. 82).

El recurso forrajero constituye un único parche extremadamente grande y conectado en su totalidad a lo largo de toda el área de estudio. Los parches de menor tamaño se ubican en la zona costera de Bahía Samborombón y en los partidos de Gral. Lavalle, Gral. Madariaga y Dolores (Fig. 83a). Estos coinciden mayoritariamente con los parches de mayor tamaño de Bosque de Tala, los cuales se concentran principalmente en el sector central de la Bahía Samborombón (Partido de Dolores) y algunas zonas más pequeñas al sur del área de estudio (Partidos de Gral. Lavalle, Gral. Madariaga y Maipú) (Fig. 83e). En el caso de los cultivos, los parches de mayor tamaño se observan en el sector sur del partido de Gral. Madariaga, y los de mediano tamaño en los partidos de Castelli y Chascomús (Fig. 83b). Los parches grandes de lagunas (Fig. 83c) y bajos inundables (Fig. 83d) se concentran en el partido de Gral. Lavalle y Madariaga.

Variables del paisaje	Estadístico	Spartina alterniflora	Spartina densiflora	Sarcocornia perennis	Bosque tala
AMP	Media	15.35	69.62	5.63	37.36
	Desvio	48.46	207.65	13.71	99.48
	Max	487.60	1526.85	178.00	1153.44
DB	Media	12.87	33.12	17.67	10.21
	Desvio	10.10	24.10	18.30	10.31
	Max	46.75	94.68	76.10	51.73
%PAI	Media	6.70	56.89	9.85	10.90
	Desvio	6.55	25.79	8.81	12.96
	Max	32.02	97.10	40.49	72.62
DP	Media	2.09	2.53	2.34	1.41
	Desvio	1.13	1.42	1.30	0.46
	Max	6.04	6.80	6.68	3.14
%ADY	Media	40.99	56.89	31.93	64.65
	Desvio	20.17	22.79	20.06	19.83
	Max	84.90	97.08	85.00	94.47

Tabla 24
Estimaciones de la media, el desvío estándar y el valor máximo de las variables métricas del paisaje de los boques de tala y las marismas, calculado a partir de ventanas circulares móviles de 2300 m de radio.

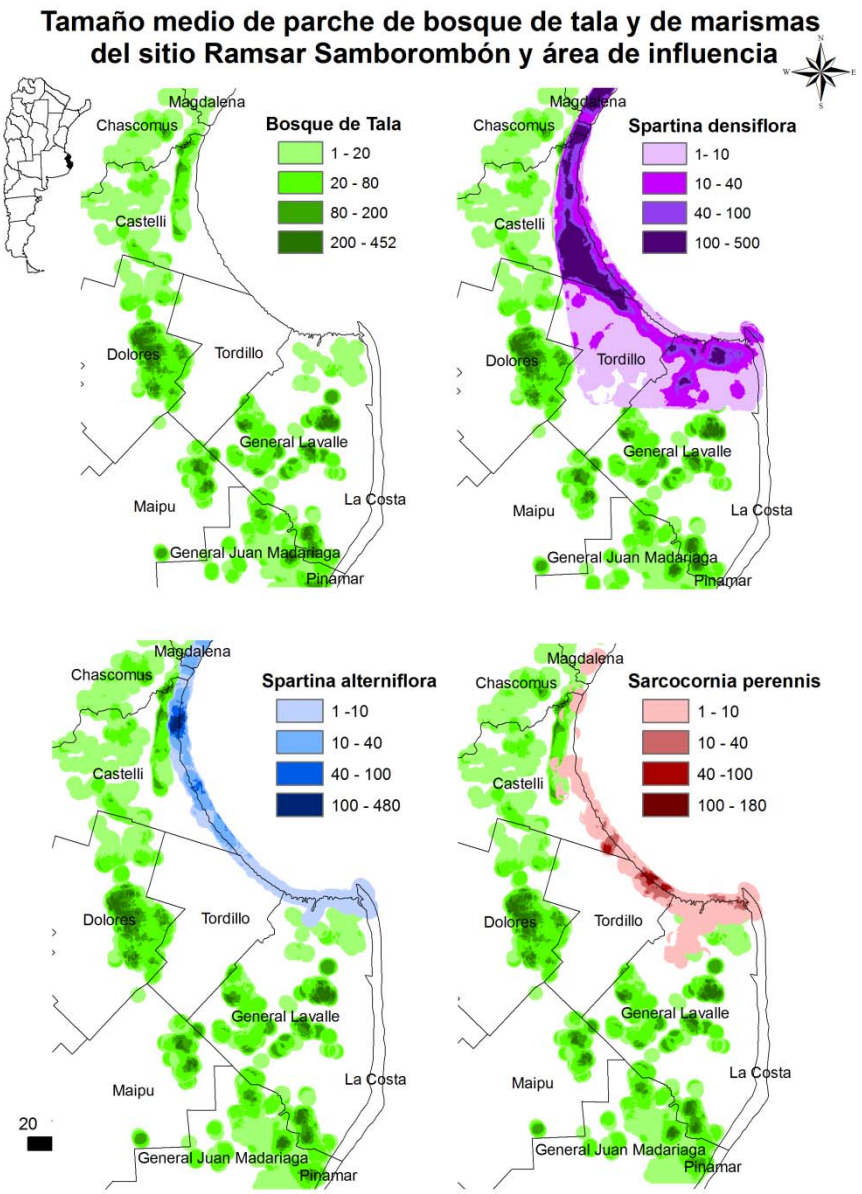


Figura 82
Tamaño medio de parche de bosque de tala y marismas del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

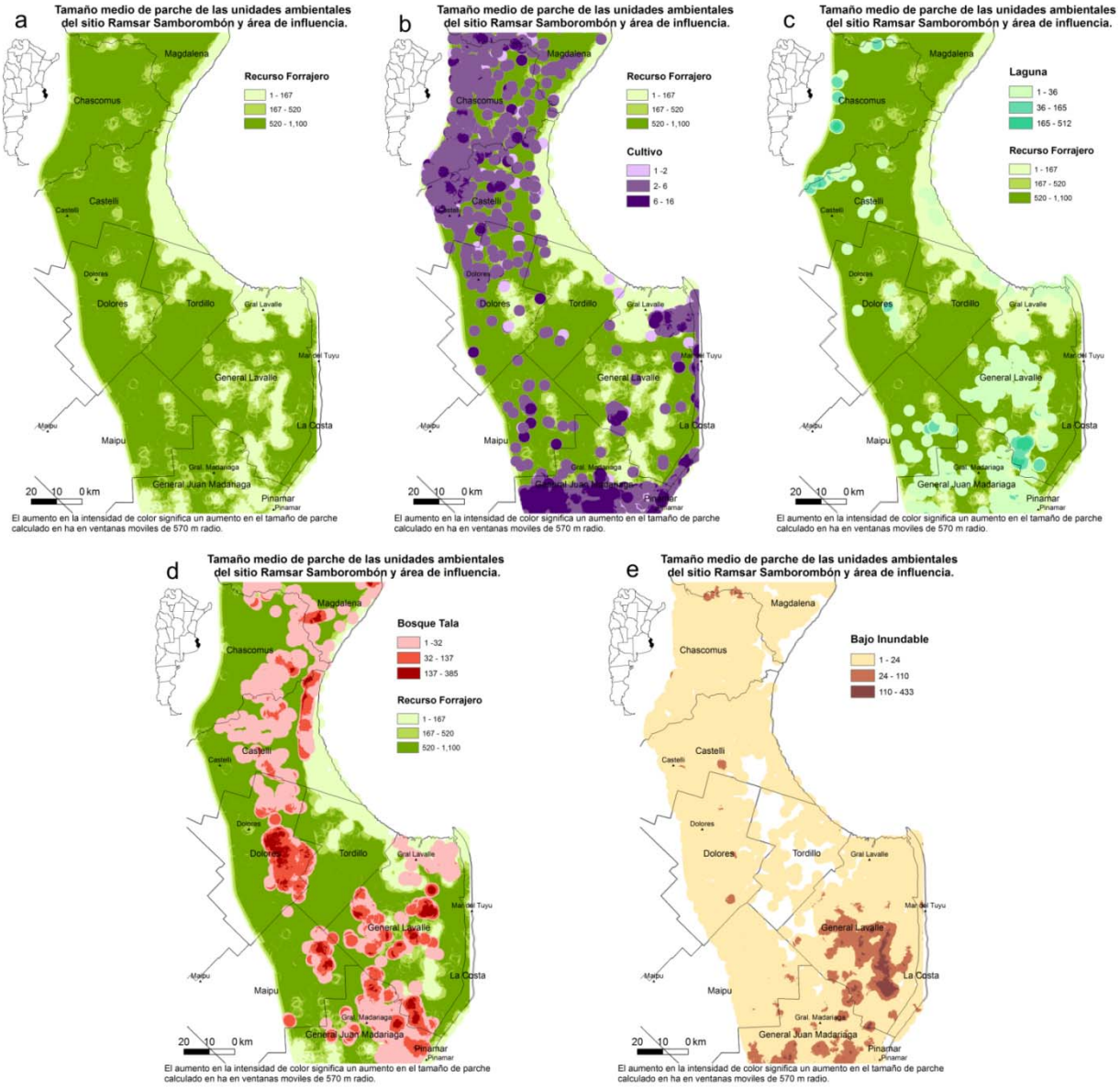


Figura 83
Tamaño medio de parche de: a) Recurso forrajero, b) Cultivos, c) Lagunas, d) Bosque de tala, y e) Bajos inundables del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Porcentaje de marismas en el paisaje. El porcentaje de Bosque de Tala varía entre 11 – 73% (Tabla 24) y los mayores valores se encuentran a la altura del partido de Dolores y en menor cantidad en los Partidos de Gral. Lavalle, Gral. Madariaga y Maipú (Fig. 84). *Spartina densiflora* es el tipo de marisma más abundante (entre un 57 – 97%) y más ampliamente distribuida a lo largo de la Bahía Samborombón, alcanzando valores del 100 % en casi todos los partidos excepto Chascomús y Magdalena (Fig. 84). El porcentaje de *Spartina alterniflora* varía entre un 7 – 32% y los mayores porcentajes de este tipo de marisma se encuentran principalmente en el partido de Castelli (Fig. 84). El porcentaje de *Sarcocornia perennis* varía entre un 10 - 40%, donde los porcentajes más altos están distribuidos en el sur del área de estudio, incluyendo los partidos de Tordillo y Gral. Lavalle, y secundariamente en el partido de Castelli (Fig. 84).

El recurso forrajero es el tipo de ambiente más abundante en el área de estudio, siendo que la mayoría de los parches exhiben valores del 100% (Fig. 85a). Aquellas zonas de bajos porcentajes de recursos forrajeros, coinciden con sitios de altos valores de Bosque de Tala (70 % como máximo, Fig 85d). Los sectores con altos porcentajes de cultivos se encuentran focalizados al sur del partido de Gral. Madariaga (Fig. b), aunque no superan valores del 30%. Las zonas más bajas (Bajo inundable) del área de estudio se encuentran en el centro del partido de Gral. Lavalle y sur del partido de Gral. Madariaga (Fig. 85e), coincidiendo con zonas de Laguna (Fig. 85c).

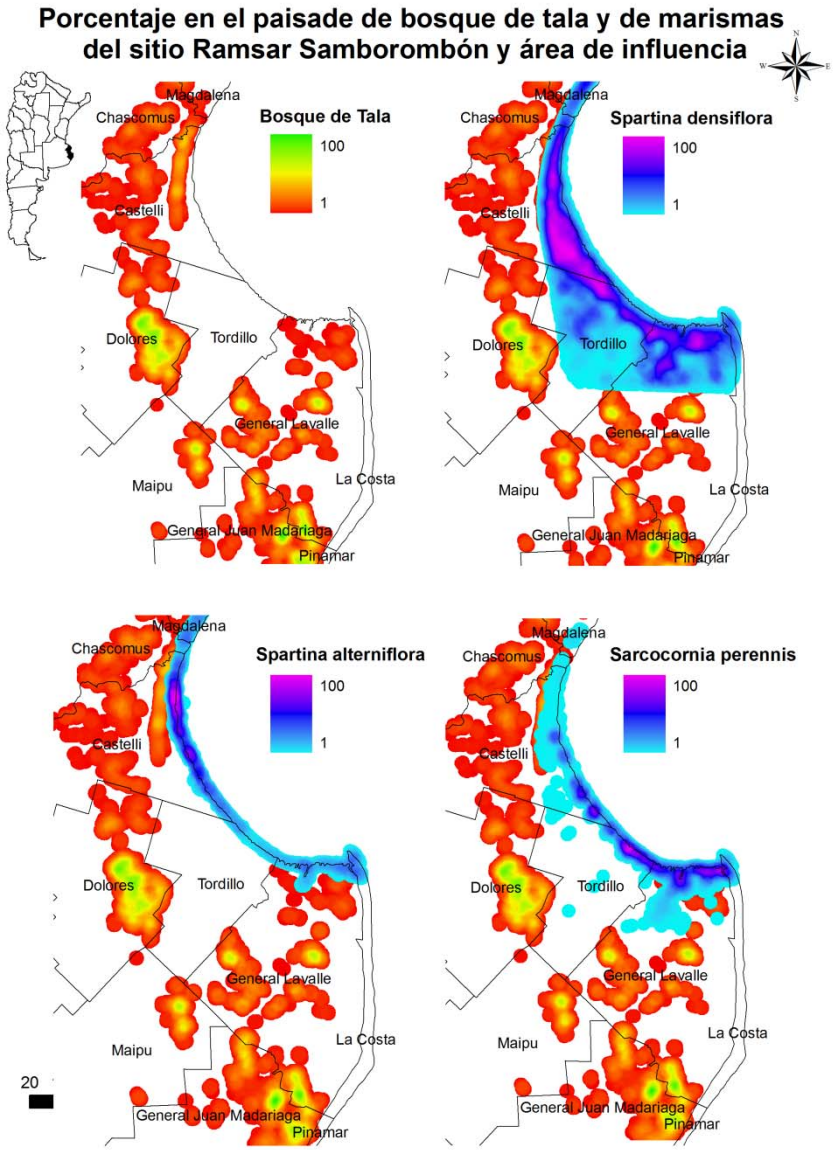


Figura 84
Porcentaje en el paisaje de bosque de tala y marismas del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

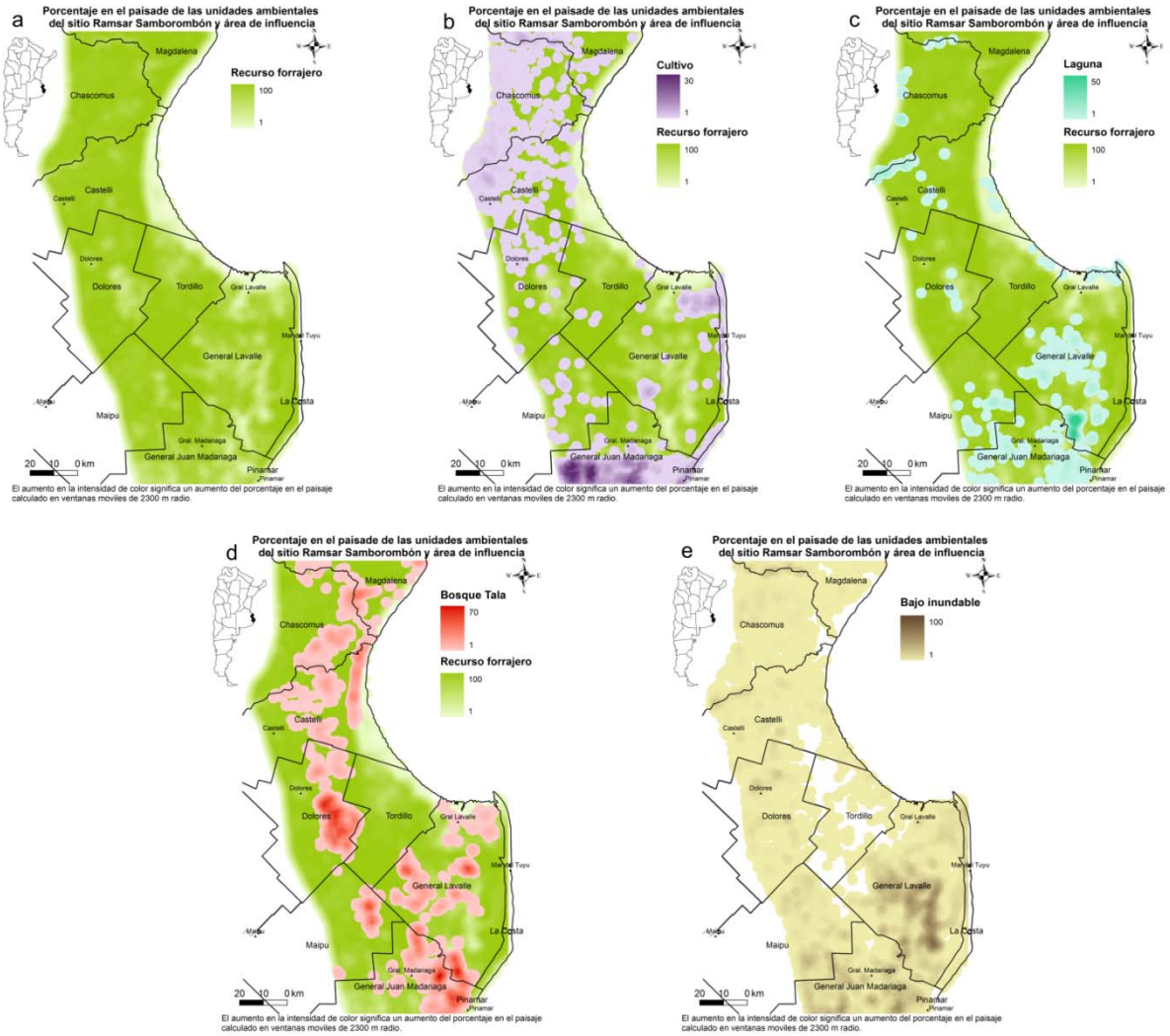


Figura 85
Porcentaje en el paisaje de: a) Recurso forrajero, b) Cultivos, c) Lagunas, d) Bosque de tala, y e) Bajos inundables del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Densidad de parches. Se encontraron una densidad de parches similares entre las tres clases de marismas presentes en el área de estudio, variando en promedio entre 2 a 7 parches en 100 ha (Tabla 24), en cambio la categoría bosque de tala presentó una menor densidad de parches (entre 1 a 3 parches en 100 ha, Tabla 24).

La mayor densidad de parches de bosque de tala se encuentra en el sector norte del área de estudio, en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena, y secundariamente al sur en el partido de Gral. Madariaga, Gral. Lavalle y Maipú (Fig. 86). Mientras que la mayor concentración de parches de *Spartina densiflora* y de *Spartina alterniflora* se ubican principalmente en el sector sur (partidos de Gral. Lavalle y La Costa) y secundariamente en los partidos de Tordillo y Castelli (Fig. 86). La mayor densidad de

parches de *Sarcocornia perennis* se concentra en el partido de Gral. Lavalle y una pequeña parte del partido de Castelli (Fig. 86).El área media de parche y el porcentaje en el paisaje varían de forma inversa a la densidad de parches, por lo tanto los sectores que presentan los mayores valores de área media de parche y porcentaje en el paisaje son los que exhiben los menores valores de densidad de parches.

El recurso forrajero presenta grandes parches en la mayoría del área de estudio, excepto en la zona costera donde se observan sitios con valores altos de densidad de parches (3 parches/100 ha), coincidiendo con sitios de bajos porcentajes de este tipo de ambiente (Fig. 87a). Los Bosque de tala presentan un patrón similar, donde los sitios con altos porcentaje de este ambiente en el paisaje son aquellos que presentan una baja densidad de parches de gran tamaño (Fig. 87d). En el caso de los cultivos, la mayor densidad de parches se observa al sur del área de estudio, alcanzando valores de 2 parches/100 ha, (Gral. Madariaga), y coincide con los sitios de mayor porcentaje en el paisaje (Fig. 87b). En el caso de los bajos inundables, contrariamente a lo que sucede con los cultivos, se observa una alta densidad de parches (3 parches/100 ha) en zonas con bajos porcentajes de este ambiente (Fig. 87e).

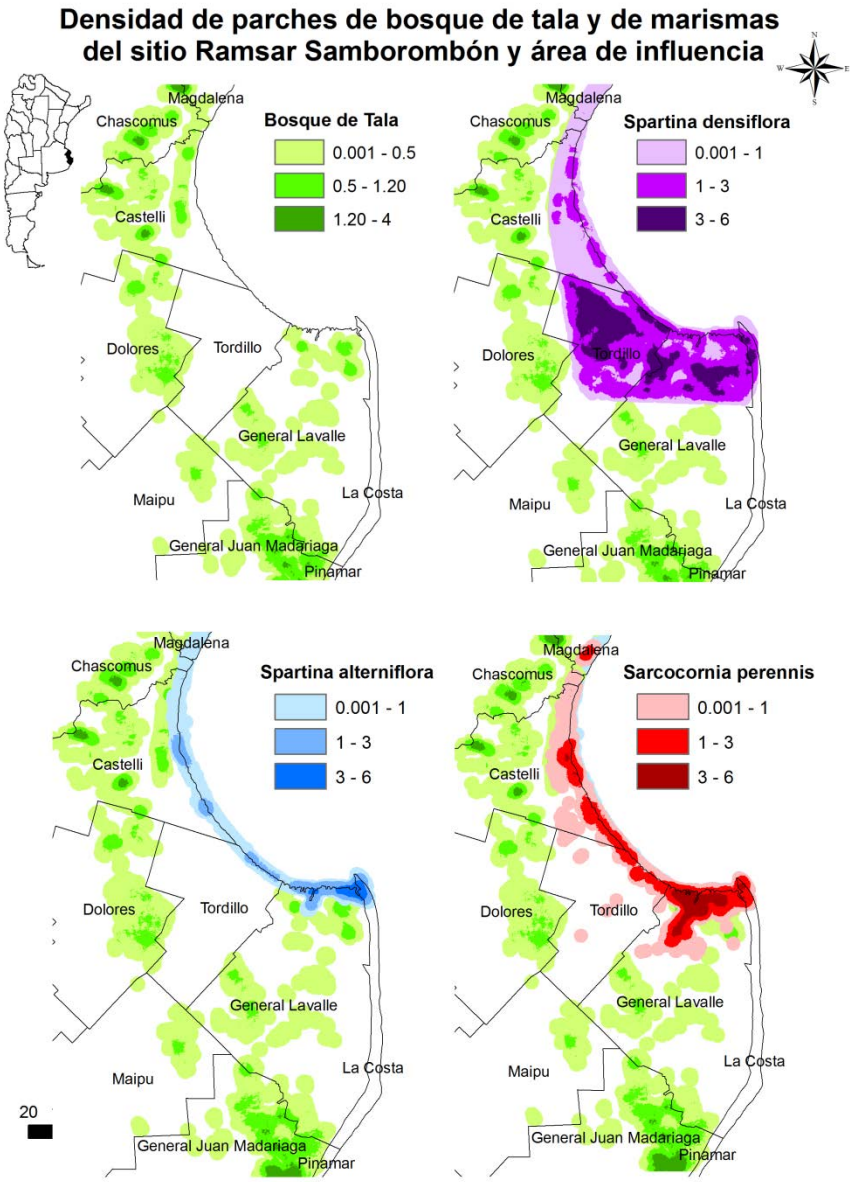


Figura 86
Densidad de parches de bosque de tala y marismas del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

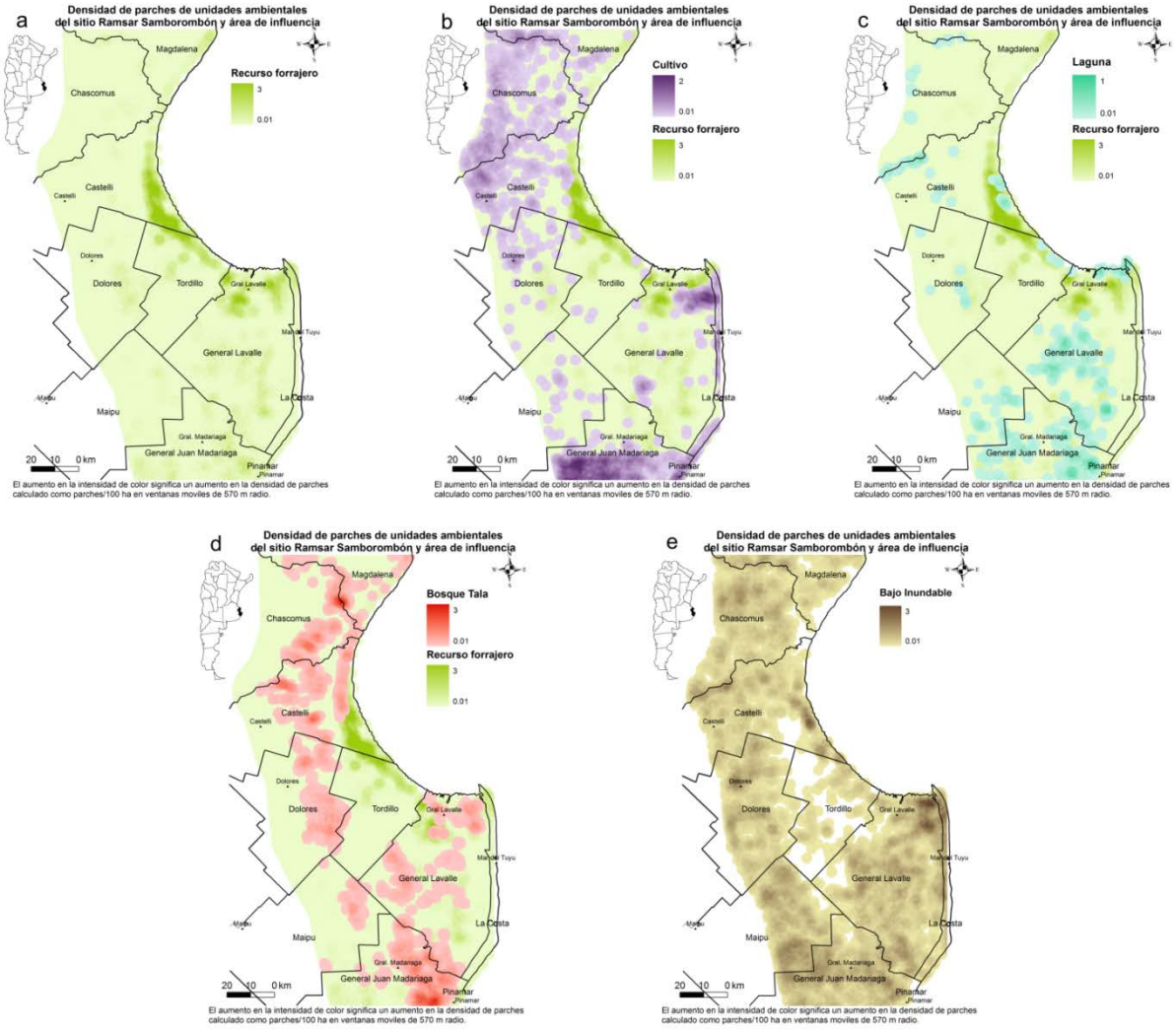


Figura 87
Densidad de parches de: a) Recurso forrajero, b) Cultivos, c) Lagunas, d) Bosque de tala, y e) Bajos inundables del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

Interpretación de las métricas indicadoras de la fragmentación

Porcentaje de celdas adyacentes y distancia al vecino más cercano. Las categorías bosques de tala y *Spartina densiflora* presentan una mayor conectividad entre sus parches a lo largo de todo el área de estudio, alcanzando valores de 94% y 97% respectivamente (Tabla 24, Fig. 88). Los parches de bosque muestran una disminución de la conectividad en los partidos de Chascomús, Castelli y Gral. Lavalle, y los parches *Spartina densiflora* en los partidos de Tordillo, Gral. Lavalle y La Costa (Fig. 88). *Spartina alterniflora* y *Sarcocornia perennis* presenta una conectividad que alcanza valores de 85 %, siendo que la primera de esta categoría exhibe un paisaje más agregado, en el sector central a la altura del partido de Castelli; y en cambio la segunda en el sur del partido de Castelli y en el partido de Tordillo (Fig. 88).

A partir de ambas métricas indicadoras de la fragmentación, se puedeseñalar que los parches de recurso forrajero constituyen la categoría más agregada y conectada del área de estudio, lo cual se demuestra por los altos valores de porcentajes de celdas adyacentes y las menores distancias entre parches de esta categoría (Fig. 89a y Fig 90a). En el caso de los Bosques de Tala, se observa un patrón similar donde los altos valores de celdas adyacentes coinciden con pequeñas distancias entre parches vecinos (Fig 89dy Fig 90d). En el caso de los cultivos y las lagunas se observa una situación intermedia, existiendo parches disgregados (los parches adyacentes no son de este tipo de ambiente) pero con cortas distancias entre ellos (parches de la misma categoría) (Fig. 89b y 89c, Fig. 90b y 90c, respectivamente). Los bajos inundables presentan los valores más altos de conectividad en los sitios donde se presentan los parches de mayor tamaño (Fig. 89e y Fig. 90e). Como ya fue mencionado, los bajos inundables presentan altos valores de densidad de parches, lo cual puede ser explicado por un paisaje relativamente agregado o con cortas distancias entre parches.

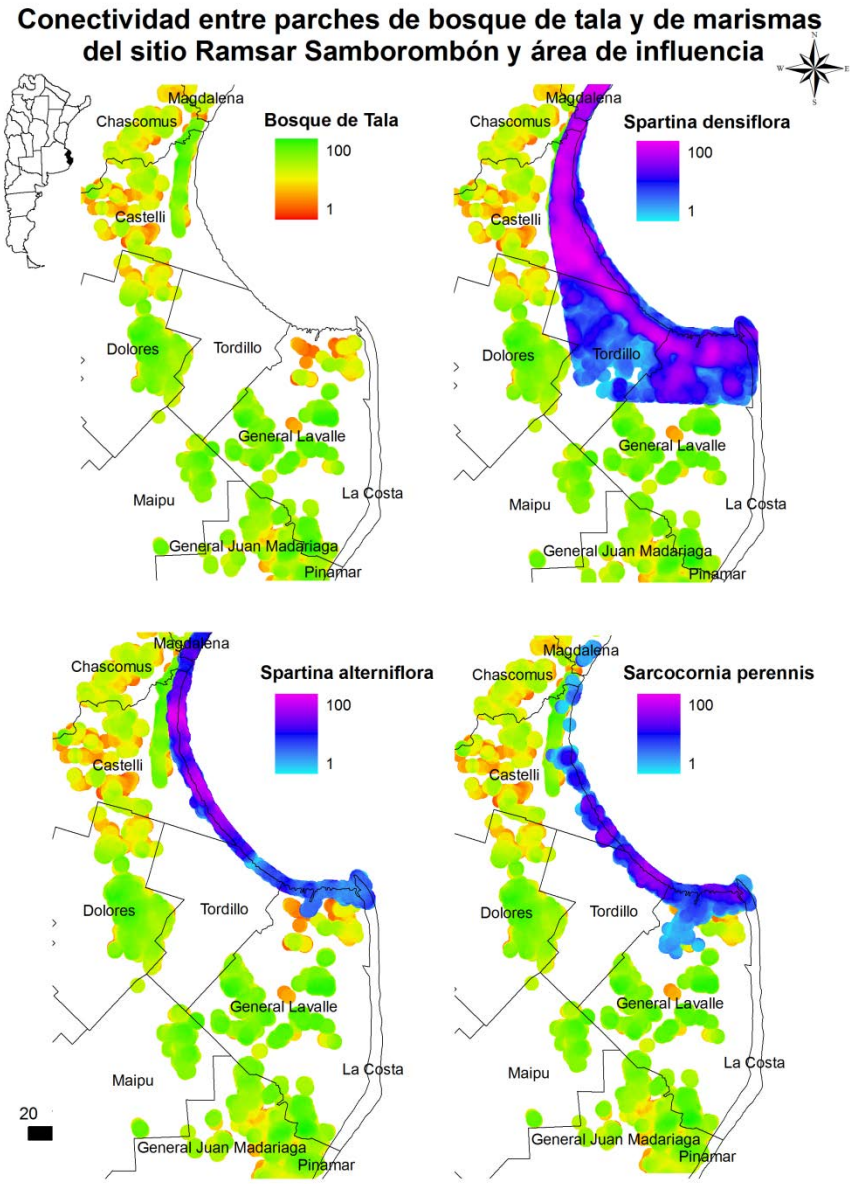


Figura 88
Porcentaje de celdas adyacentes de bosque de tala y marismas del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

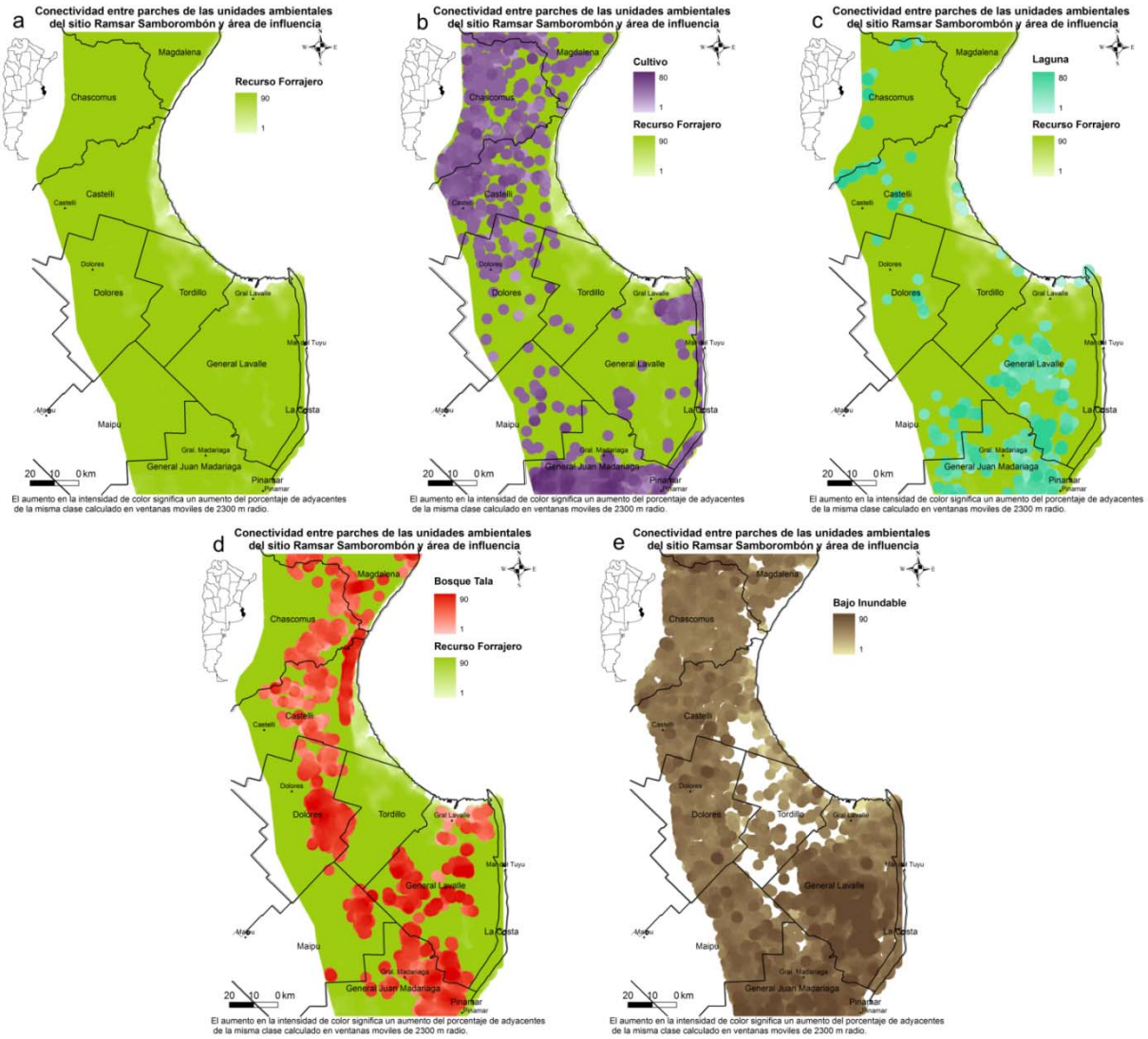


Figura 89
Densidad de bordes de: a) Recurso forrajero, b) Cultivos, c) Lagunas, d) Bosque de tala, y e) Bajos inundables del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia

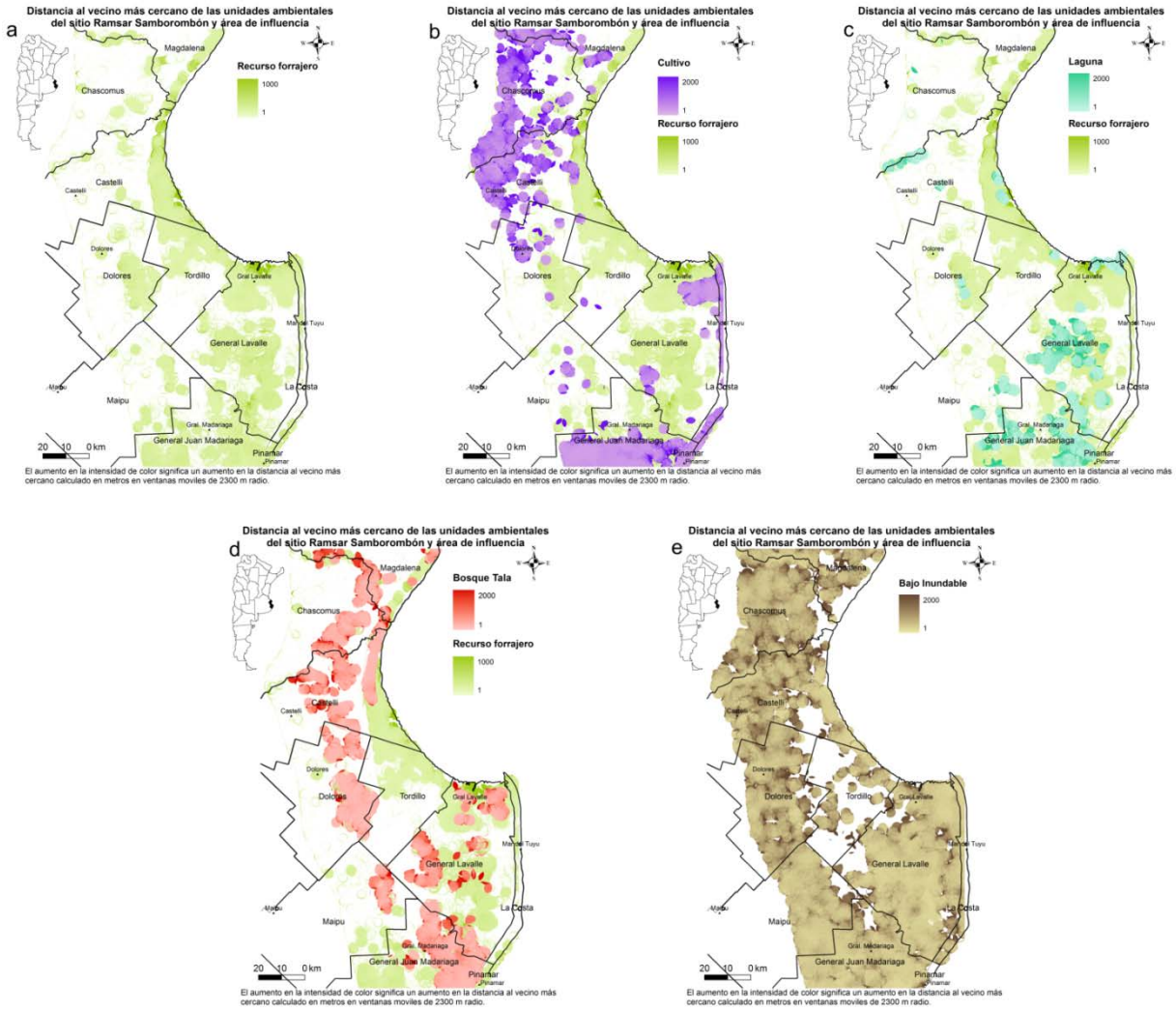


Figura 90
Distancia al vecino más cercano de: a) Recurso forrajero, b) Cultivos, c) Lagunas, d) Bosque de tala, y e) Bajos inundables del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia

Interpretación de las métricas indicadoras de la forma

Densidad de bordes. Los Bosques de Tala presentan de una densidad de borde que varían entre 10 y 52 m/ha (Tabla 24) y los valores altos se encuentran distribuidos a lo largo de toda el área de estudio indicando que la mayoría de los parches poseen formas complejas (Fig. 91). *Spartina densiflora* muestra valores de densidad de bordes que oscilan entre 33 – 95 m/ha, presentado parches de forma más compleja principalmente en la zona central (partido de Castelli) y sur (partidos de Tordillo, Gral. Lavalle y La Costa) (Fig. 91). En cambio, *Spartina alterniflora* presenta valores de densidad de borde que fluctúan entre 13 – 47 m/ha siendo que los parches de formas más complejas se encuentran en el partido de Castelli y pequeñas zonas de los Partidos de Gral. Lavalle y La Costa (Fig. 91). En el caso de *Sarcocornia perennis* presenta valores de densidad de

borde entre 18 - 76 m/ha, los parches de formas complejas se ubican en el partido de Gral. Lavalle y secundariamente en el partido de Tordillo y Castelli (Fig. 91).

Los parches de recurso forrajero exhiben bajos valores de densidad de bordes en casi toda el área de distribución, indicando que la mayoría de los parches poseen formas sencillas (Fig. 92a). Los Bosques de Tala presentan parches de gran tamaño y formas más complejas en la zona de Dolores y General Madariaga (Fig. 92d). En el caso de los cultivos, por lo general presentan parches de bordes simples, aunque este patrón es inverso en la zona de Madariaga coincidiendo con los parches de mayor tamaño (Fig. 92b). Los bajos inundables exhiben altos valore de densidad de bordes en los sitios donde presentan los parches de mayor tamaño (General Lavalle y General Madariaga), coincidiendo con el patrón observado en el bosque de Tala (Fig. 92e).

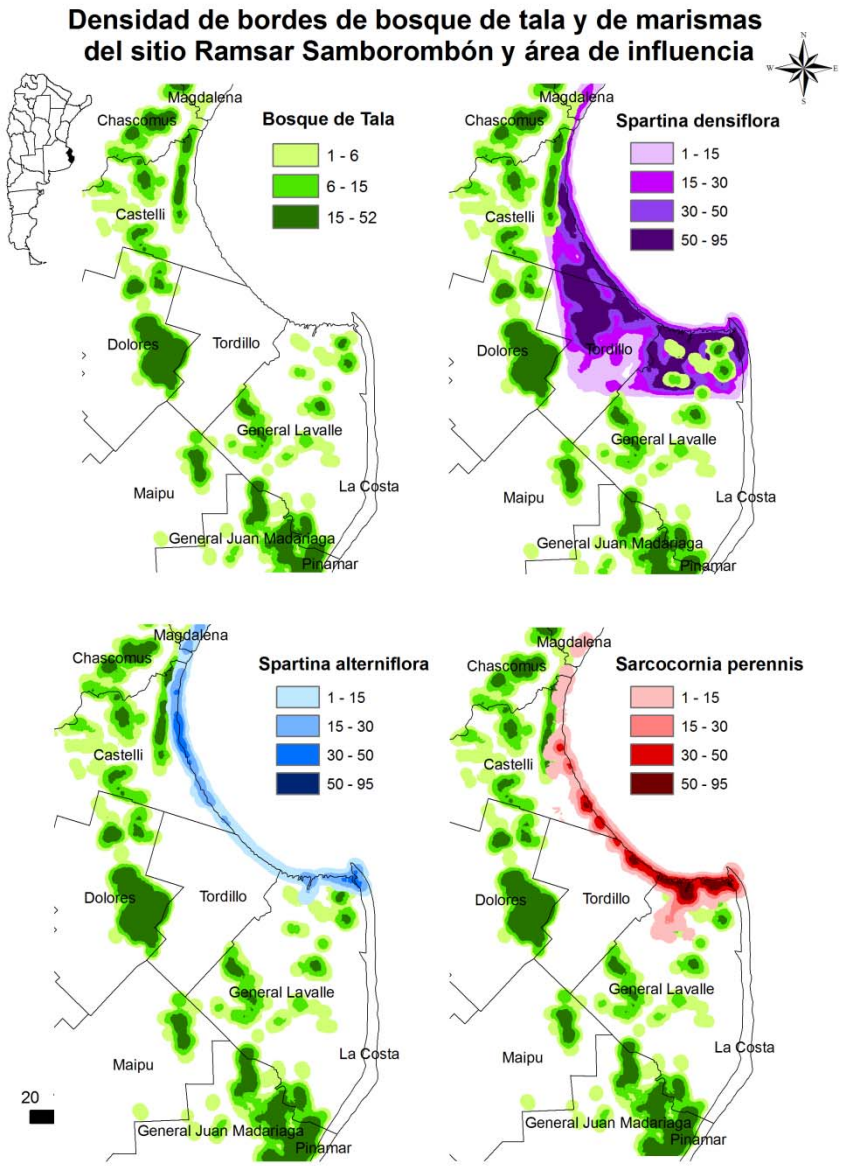


Figura 91
Densidad de bordes de bosque de tala y marismas del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia.

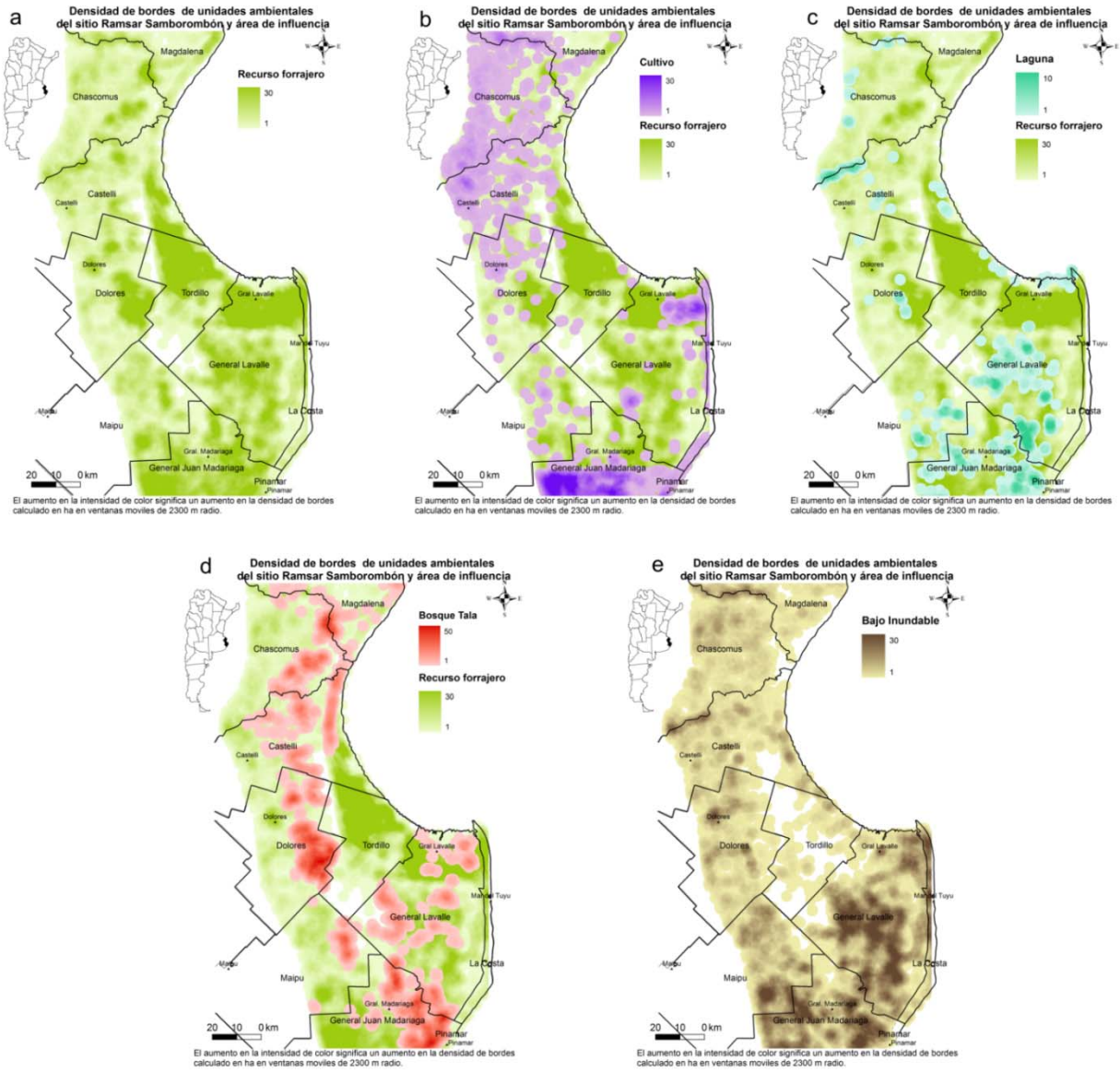


Figura 92
Densidad de bordes de: a) Recurso forrajero, b) Cultivos, c) Lagunas, d) Bosque de tala, y e) Bajos inundables del Sitio Ramsar de Samborombón y área de influencia

Conclusiones sobre las variables del paisaje generadas para el estudio de los Bosque de Tala y los ambientes potenciales para el Venado de las Pampas.

Las variables de configuración y composición del paisaje muestran que los parches de Bosque de Tala de mayor tamaño se concentran principalmente en el Partido de Dolores (Fig. 82) y asimismo es donde hay mayores valores de %PAI (Fig. 83) y valores intermedios de DP (Fig. 84). En el partido de Gral. Lavalle, Gral. Madariaga y Maipú, también se observa pequeños sectores con altos valores de AMP, altos valores de %PAI y bajos y medios valores DP. Con lo cual, en estos 4 partidos habría presencia de pocos parches de gran tamaño.

En el partido de Castelli se encuentran pocos parches de gran tamaño de *Spartina alterniflora ,* por ello el alto porcentaje de este tipo de marisma en el paisaje. Mientras que los mayores valores de DP de *Spartina alterniflora*se ubicanprincipalmente en los partidos de Gral. Lavalle y La Costa donde los AMP son bajos, generando que en esta zona haya valores intermedios de %PAI.

Los parches de mayor tamaño de*Sarcocornia perennis* se concentran principalmente en el partido de Tordillo y secundariamente al sur de Castelli (Fig. 82) y por ello, que se observa altos valores %PAI en esa zona (Fig. 83). En cambio el alto porcentaje de *Sarcocornia perennis*en los partidos de Tordillo y Gral. Lavalle se debe a que hay un gran número de parches de pequeño tamaño (Fig. 84).

*Spartina densiflora e*s la categoría más ampliamente distribuida y los parches de mayor tamaño se concentran en el Partido de Castelli, Chascomús y Magdalena (Fig. 82), así como también los mayores valores de %PAI (Fig 83) y bajos de DP (Fig 84). Indicando que hay pocos parches de gran tamaño. En las zonas más cercanas a la costa presentes en el partido de Tordillo también hay altos valores de %PAI pero que se corresponden con bajos valores de AMP y altos valores de DP, indicando que hay muchos parches de pequeño tamaño.

Las categorías bosques de tala y *Spartina densiflora*presentan altos valores de %ADY (alta conectividad) a lo largo de todo el área de estudio (Fig. 85). *Spartina alterniflora* y *Sarcocornia perennis* presenta una conectividad que alcanza valores de 85 %, siendo que la primera de esta categoría exhibe un paisaje más agregado, en el sector central a la altura del partido de Castelli; y en cambio la segunda en el sur del partido de Castelli y en el partido de Tordillo (Fig. 85).

Asimismo, los parches de Bosques de Tala y de *Spartina densiflora*presentan valores altos DB a lo largo de toda el área de estudio indicando que la mayoría de los parches poseen formas complejas (Fig. 86). *Spartina alterniflora* presenta poco cantidad de parches grandes con formas complejas en el partido de Castelli (Fig. 86) y mucha cantidad de parches pequeños también con formas complejas en el sur del área de estudio, Gral. Lavalle y La Costa.

En el caso de *Sarcocornia perennis* presenta parches de formas complejas en el partido de Gral. Lavalle y secundariamente en el de Tordillo y Castelli. Los altos valores de DB en Gral. Lavalle se deben a la alta densidad de parches pequeño, en cambio en Tordillo y Castelli, hay pocos parches grande de formas complejas.

Referencias

- 2da Comunicación Nacional (2007), Segunda Comunicación nacional de la República Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 199pp.
- Acha, E. M y C. Lasta. 1996. Cabo San Antonio: su importancia en el patrón reproductivo de peces marinos. Frente Marítimo 16: 39-45.
- Acha, E. M., H. Mianzan., C. A. Lasta y R. A. Guerrero. 1999. Estuarine spawning of the whitemouth croacker *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae), in the Rio de la Plata, Argentina. Mar Freshwater Res 50:57-65.
- Aguirre, L. M. 1992. Caracterización faunística del cuaternario marino del noroeste de la provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 47(1): 31-54.
- Ameghino, F. 1994. Las secas e inundaciones en la Provincia de Buenos Aires.
- Arturi M.F. y J.F. Goya . 2004. Estructura, dinámica y manejo de los talares del NE de Buenos Aires en: Ecología y manejo de los bosques de Argentina Editores: Arturi, M.F.; J.L. Frangi. y J.F. Goya : 1-23
- Aubone, A., C. Lasta y R. Perrotta. 1995. Un nuevo criterio de estratificación para campañas demersales costeras y resultados de la evaluación de corvina en el invierno de 1994. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. 12 pp.
- Auge, M. P y M. A. Hernández. 1983. Coloquio internacional sobre hidrogeología de grandes llanuras. 11-20 de abril. Olavarría, Argentina:1021-1041.
- Avigliano, E. y A. Volpedo. 2013. Use of otolith strontium:calcium ratio as indicator of seasonal displacements of the silverside *(Odontesthes bonariensis*) in a freshwater-marine environment. Marine and Freshwater Research 64:1-6
- Barros, V. A. Menéndez y G. Nagy. 2005 El cambio climático en el Río de la Plata. CIMA CONICET,200 pp
- Beade, M., H. Pastore y A. Vila. 2000. Morfometría y mortalidad de venados de las pampas en la Bahía Samborombón. Fundación Vida Silvestre Argentina. Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre 50:1-30
- Bertelo, C., J. Boccanfuso., C. Bremec., C. Carozza., C. Cotrina., E. Errazti , C. Lasta., R. Perrotta y P. Suquelle. 2000. Característica y dinámica de la explotación de corvina rubia durante la zafra invernal. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. 25 pp.
- Bertonatti, C y J. Corcuera. 2000. Situación Ambiental Argentina 2000. Fundación Vida Silvestre, 440 pp.
- Bó, R. F y G. Porini, 2003. Estimación de parámetros poblacionales y evaluación de la presión de caza de *Myocastor coypus* en áreas nutrieras de Argentina. Proyecto "Nutria". Informe final de la Segunda Etapa, Parte A. Dirección Nacional de Flora y Fauna Silvestres, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental de la Nación.

- Bordino P. y A. Arias. 2011. Proyecto Delfín Franciscana Situación actual después de diez años de investigación.Proyecto Franciscana de la Fundación Vida Silvestre Argentina y Fundación AquaMarina CECIM, 98 pp.
- Boschi, E. E. 1988. El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay). An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Unive. Nat. Autón. México 15(2): 159-182.
- Burns, W.CC.G. 2002. Climate Change and the International Whaling Commission in the 21 st Century. In: Burns, W.GG.C and Gillespie,A. [eds].The Future of Cetaceans in a Changing World. Transnational ublishers, New York.
- Cagnoni, M. 1999. Espartillares de la costa bonaerense de la República Argentina. Un caso de humedales costeros. En: Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. MAB, UNESCO. Ed. I. Malvárez, 51-67.
- Canevari P., D. Blanco., E. Bucher., G. Castro y I. Davidson. 1998. Los humedales de la Argentina: clasificación, situación actual, conservación y legislación. Wetlands International Publicación N° 46. 208 pp.
- Canevari, P., D. Blanco y E. Bucher. 1999. Los beneficios de los humedales de la Argentina: amenazas y propuestas de soluciones. Wetlands International. 62 pp.
- Canziani, Pablo O., Alan O´Neill, Robyn Schofield, Marilyn Raphael, Gareth Marshall, Gianluca Redaelli, and Daniel Mitchell, 2013, Climatic Effects of Ozone Depletion in the Southern Hemisphere: Assessing the evidence and identifying gaps in the current knowledge, SPARC Newsletter, 41, 29-34.
- Carril, A.F.; Menéndez,C.G.; Remedio,A.R.C.; Robledo,F.; Sörensson,A.; Tencer,B.; Boulanger,J.-P.; de Castro,M.; Jacob,D.; Le Treut,H.; Li,L.Z.X.; Penalba,O.; Pfeifer,S.; Rusticucci,M.; Salio,P.; Samuelsson,P.; Sanchez,E.; Zaninelli;P. (2012).Performance of a multi-RCM ensemble for South Eastern South America. Climate Dynamics, 39: 2747-2768
- CERC, 1984. Wave and water level prediction. In Shore Protection Manual, vol. 1. US Army Coastal Engineering Research Center.
- CERC, 2010. Meteorology and wave climate. In Coastal Engineering Manual, Part 2, EM-1110-2-1100. US Army Coastal Engineering Research Center.
- CF1 1962: Recursos Hidráulicos Superficiales Volumen I, 1962: Consejo Federal de Inversiones. Serie Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina Tomo IV.
- Codignotto J.O and Aguirre, M.L. 1993: Coastal evolution, changes in sea level and molluscan fauna in northeastern Argentina during the Late Quaternary.*Marine Geology,* (110): 163-175.
- Codignotto J.O. y M.L. Aguirre. 1993. Coastal evolution, changes in sea level and molluscan fauna in northeastern Argentina during the Late Quaternary. *Marine Geology* 110: 163-175

- Codignotto J.O., R.R. Kokot 2005. Geología y Geomorfología. Capítulo 8 Parte II. Del Libro El Cambio Climático en el río de la Plata.85-105. Barros V., A. Menendez y G. Nagy Eds. 200p.CIMA Buenos Aires.
- Codignotto J.O., W.C. Dragani, P.B. Martin, M.I. Campos, G. Alonso, C. Simionato y R. A. Medina. 2011.Erosión en la Bahía Samborombón y cambios en la dirección de los vientos, provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. 13 (2):135-138.
- Codignotto. J., W. C. Dragani, P. B. Martin, C. G. Simionato, R. A. Medina and G. Alonso, 2012. Wind-wave climate change and increasing erosion observed in the outer Río de la Plata, Argentina. Continental Shelf Research, 38, 110–116. http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2012.03.013
- Comision Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (2011) A.C.-The Nature Conservancy. 2011. *Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas*. México.
- Conzonno, V., P. Miretzky y A. Fernández Cirelli. 2001. The impact of made hydrology on lower stream bed of the Salado River drainage basin (Argentina). Environmental Geology 40: 968 - 972.
- Conzonno, VH, Miretzky PS, Fernández Cirelli A (2002) Estudio y planteo de solución para una región carente de agua en la Cuenca Baja del Río Salado (Buenos Aires). Natura Neotropicalis 33 (1 y 2): 71-79.
- Costa-Urrutia P, Abud C, Secchi ER, Lessa EP(2012). Population genetic structure and social kin associations of franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. J Hered. 103(1):92-102.
- Cousseau, M. B y R. G. Perrotta. 2000. Peces Marinos de Argentina. Biología, distribución, pesca. INIDEP. Buenos Aires, Argentina. 167 pp.
- Dangavs, N. V. 1983: Geología del complejo lagunar Salada Grande de General Lavalle y General Madariaga, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina,* 38(2): 161-174.
- Di Giacomo, A (Ed). (2005) Áreas importantes para la Conservación de las Aves en la Argentina. Sitios Prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Temas de Naturaleza y Conservación. Monografía de Aves Argentina N°5: 1- 514.
- Díaz, G. B. y R. A. Ojeda, 2000. Libro Rojo de Mamíferos amenazados de la Argentina. SAREM. Buenos Aires, 105 pp.
- Dragani W. C., E. E. D'Onofrio, W. Grismeyer and M. E. Fiore, 2006. Tide gauge observations of the Indian Ocean tsunami, December 26, 2004, at the Buenos Aires coastal waters, Argentina. Continental Shelf Research, 26, 1543-1550.
- Dragani W. C., E. E. D'Onofrio, W. Grismeyer and M. E. Fiore. 2006. Tide gauge observations of the Indian Ocean tsunami, December 26, 2004, at the Buenos Aires coastal waters, Argentina. Continental Shelf Research, 26, 1543-1550

- Dragani, W. C. y S. I. Romero, 2004. Impact of a possible local wind change on the wave climate in the upper Río de la Plata. International Journal of Climatology, 24(9), 1149-1157
- Dragani, W. C., Mazio, C. A. y Nuñez, M. N., 2002. Sea level oscillations in coastal waters of the Buenos Aires Province, Argentina. Continental Shelf Research, (22), 779-790.
- Dragani, W., D'Onofrio, E., Grismeyer, W., Fiore, M. and Campos, M. I., (2009). Atmospherically-induced water oscillations detected in the Port of Quequén, Buenos Aires, Argentina. Journal of Physics and Chemistry of the Earth 34 998-1008.
- Dragani, W., Martín, P., Alonso, G., Codignotto, J., Prario, B. and Bacino, G., 2013. Wind wave climate change: Impacts on the littoral processes at the northern Buenos Aires coast, Argentina. Submitted to Climate Change (April, 2013).
- Dragani,W. C., Martín, P., Campos, M. I. and Simionato, C., 2010. Are wind wave heights increasing in south-eastern south American continental shelf between 32S and 40S? Continental Shelf Research,doi:10.1016/j.csr.2010.01.002
- Dragani,W. C., Martín, P., Campos, M. I. and Simionato, C., 2010. Are wind wave heights increasing in south-eastern south American continental shelf between 32S and 40S? Continental Shelf Research,doi:10.1016/j.csr.2010.01.002.
- EIRD/ISDR, 2009, Reducing diserth risks though Science- Issues and Actions.
- Fernández Cirelli A, Miretzky P (2004) Ionic relations: a tool for studying hydrogeochemical processes in Pampean shallow lakes (Buenos Aires, Argentina). Quaternary Int. 114: 113-121.
- Fernández Cirelli, A., C. Du Mortiery A. V. Volpedo.2006. Influencia de las Actividades Agropecuarias en los Procesos de eutrofización en la Cuenca Baja del Río Salado (Provincia de Buenos Aires, Argentina). En: José Galizia Tundisi, Takako Matsumura Tundisi y Corina Sidagis Galli (Eds) Eutrophication in South America: causes, consequences and technologies for management and control. Instituto Nacional de Ecologia de São Carlos, pp.17-34.
- FERNÁNDEZ CIRELLI, A., MOSCUZZA, H y VOLPEDO, A V. 2007. El cambio climático y las actividades agropecuarias en humedales costeros. 141-152. En: "El agua en Iberoamérica. Efecto cambios globales sobre los recursos hídricos y ecosistemas marino costeros" Eds. Fernández Cirelli, L. Fernández Reyes y A. V. Volpedo. RED CYTED 406RT0285 "Efecto cambios globales sobre los humedales de iberoamérica" (ISBN: 978-987-96413-2-3: 143-152).
- Fiore M.M.E., D'Onofrio E.E., Pousa J.L., Schnack E. J. and Bértola G. R., 2009. Storm surges and coastal impacts at Mar del Plata, Argentina. Continental Shelf Research. Publicado on line DOI: 10.1016/j.csr.2009.05.004. 29(14), 1643-1649
- Gerpe MS, Rodríguez DH, Moreno VJ, Bastida RO, Moreno JAE. (2004) Accumulation of heavy metals in the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) from Buenos Aires Province, Argentina. LAJAM 1(1):95-106.

- GiaccardI, M y A. Tagliorette (Coord). 2006. Evaluación de la efectividad del manejo de las Areas Protegidas Marino-costeras de la Argentina. PNUD ARg02/018, PNUD ARG02/G31 y Programa Marino , ecorregión Patagonia y Atlántico Sudoccidental de FVS. Documento Técnico N°2
- Giraut M. 2012. Dinámica geomorfológica de Humedales, Diversidad Ambiental. Aspectos metodológicos de análisis. Editorial Académica Española. 29 pp.
- Gonzalez P. L. M., L. M. Polvani , R. Seager , G. J. P., 2013, Correa Stratospheric ozone depletion: a key driver of recent precipitation trends in South Eastern South America, DOI 10.1007/s00382-013-1777-x
- González Trilla, G., R. Vicari, J. Marcovecchio y P. Kandus. 2007. Estimación de productividad primaria de *Spartina alterniflora* a partir de métodos no destructivos en marismas de Bahía Blanca, Argentina. Proceedings XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, Florianópolis, Brasil. Pp. 1-3.
- INTA, 1980. La Pampa Deprimida. Condiciones de drenaje de sus suelos. Publicación N°54:5-55
- Isacch, J., M. Escapa, E. Fanjul y O. Iribarne 2010. Capítulo 23: Valoración ecológica de bienes y servicios ecosistémico en marismas del Atlántico Sudoccidental. 529-552. Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA
- Isacch J.P. y D. A.Cardoni. 2009. Evaluación de los efectos de diferentes manejos ganaderos sobre las aves de pastizales costeros cortos y altos de la Bahía Samborombón: Buscando sustentabilidad en la heterogeneidad. Informe final presentado a Aves Argentinas. 32 pp
- Isacch, J.P., C.S. B. Costa, L. Rodriguez-Gallego, D. Conde, M. Escapa, D.A.Gagliardini y O.O.Iribarne. 2006.Distribution of saltmarsh plant communities associated with environmental factors along a latitudinal gradient on the south-west Atlantic coast.Journal of Biogeography 33: 888-900
- Jackson, J. E. y A. Langguth. 1987. Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in the Argentinian pampas and Uruguay. En: Biology and management of the cervidsae. Wemmer C.M.(ED) Smithsonian Inst. Press Washington D.C. 402 - 409.
- Jaureguizar, A. J., R. Menni., C. Bremec., H. Mianzan y C. Lasta. 2003. Fish assemblage and environmental patterns in the Río de la Plata estuary. Estuarine, coastal and shelf science. 56 :921-933.
- Kokot, RR. 1995. Determinación y Cuantificación de la Deriva Litoral en la Costa Este de la provincia de Buenos Aires. Método Geomorfológico. ACTAS – Asociación Argentinade Geología Aplicadaa la Ingenieria; vol. IX, 95 - 106.
- Kokot, RR. 1997. Littoral Drift, Evolution and Management in Punta Médanos, Argentina. Journal of coastal Research 13, 192 - 197
- IPCC Informe de Sintesis, Teri Press, Suecia, 2008 (disponible en HYPERLINK "http://www.ipcc.ch"www.ipcc.ch

- IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.
- Lasta, C., C. Carozza, P. Suquelle, C. Bremec, E. Erraztí, R. Perrotta, C. Cotrina, C. Bertelo y J. Boccanfuso. 2000. Característica y dinámica de la explotación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) durante la zafra invernal. Años 1995 a 1997. INIDEP Informe Técnico 36: 1-29.
- Lasta, Carlos A.; Ruarte, C. O. y Carozza, C. R. (2001). Flota costera argentina: antecedentes y situación actual. In: Bertolotti, María Isabel; Verazay, Guillermo A. y Akselman, R., (eds.) El mar argentino y sus recursos pesqueros. Evolución de la flota pesquera, artes de pesca y dispositivos selectivos. Mar del Plata: INIDEP, 89-106 pp.
- Lichter, A y A. Hooper. 1983. Guía para el reconocimiento de cetáceos del Mar Argentino. Fundación Vida Silvestre Argentina, 96 pp.
- López, H., C. Baigún., J. Iwaszkiw., R. Delfino y O. Padín. 2001. La cuenca del Salado: uso y posibilidades de sus recursos pesqueros. Editorial de la Universidad de la Plata. 60 pp.
- Machi, G. J., E. M. Acha y M. L. Militelli, 2002. Seasonal egg production of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. Fish.Bull. 101: 332-342.
- Makowiecki, C. L. 1995: Las inundaciones en la cuenca del río Salado y las posibles consecuencias en el área de su desembocadura a causa de un probable cambio del nivel de base. Informe Técnico para el grupo de trabajo argentino (CONPH1 - IANIM - CEA). *Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la provincia de Buenos Aires. Dirección de Aplicación de Imágenes Satelitarias.*
- Marcovechio JE (2004) The use of *Micropogonias furnieri* and *Mugil liza* as bioindicators of heavy metals pollution in La Plata river estuary, Argentina. Sci Total Env 323: 219-226.
- Marcovechio JE, Moreno VJ, Pérez A (1988) Determination of heavy metals concentrations in the biota of Bahía Blanca, Argentina. Sci Total Env 75: 181-190.
- Marengo J. A., R. Jones, L. M. Alvesa and M. C. Valverde, 2009, Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system, *Int. J. Climatol.,* DOI: 10.1002/joc.1863 WCRP Special Workshop
- Meadows, DH, Meadows, DL, Randers, J y Behrens III, WW. 1972. The Limits to Growth (Universe Books, New York
- Meadows D, *et al*1972. The Limits to Growth, Universe Books, New York,
- Menni, C., R. A. Ringuelet y R. A. Aramburu. 1984. Peces marinos de la Argentina y el Uruguay. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, 359 pp.

- Menni, R. C. 1983. Los peces en el medio marino. Estudio Sigma S.R.L: 79-87.
- Merino, M. L. 2003. Dieta y uso de habitat del venado de las pampas, *Ozotoceros bezoarticus celer*, Cabrera 1943 (Mammalia – Cervidae) en la zona costera de Bahia Samborombon, Buenos Aires, Argentina. Implicancias para su conservacion. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.
- MInAgri (2012). www.minagri.gob.ar/
- Miñarro F.O., M. C.Li Puma y A. Pautasso (eds) 2011. Plan Nacional para la Conservación del Venado de las Pampas *(Ozotoceros bezoarticus)* en Argentina. 83 pp
- Miretzky P, Conzonno VH, Fernández Cirelli A (2000) Hydrochemestry of Pampasic ponds in the lower stream bed of Salado River drainage basin, Argentina. Env Geol 39:951-956.
- Miretzky P, Conzonno VH, Fernández Cirelli A (2001) Geochemical mechanism controlling pampasic ponds hydrochemistry. Salado River drainage basin. Argentina. Revista Brasileira de Recursos Hídricos 6 (4): 29-39.
- Moscuzza CH. 2010..Dinámica de nutrientes en sistemas intensivos de engorde bovino. Tesis Doctoral de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.
- Nardini, C y A. Bodrati. 1999. Naturaleza y conservación: un talar con historia. Naturaleza y conservación 3(5): 4-7.
- Narosky, T y C. Nuñez Cortes. 1997. Cien caracoles argentinos. Editorial Albatros.158 pp.
- Narosky, T y D. Yzurieta . 1993. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. Vázquez Mazzini Editores. 345 pp.
- OPDS. 2011. Informe del Taller Participativo de Informacion y Consulta sobre el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Buenos Aires. 78 pp.
- Peixoto, A.R. y C.S.B. Costa. 2004. Produção primária líquida aérea de *Spartina densiflora* Brong. (Poaceae) no estuário da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Série Botanica 59:27-34.
- Pérez CarusiL. C, M.S Beade, F. Miñarro, A.R Vila, M. Gimenez-Dixon y D.N Bilenca 2009. Relaciones espaciales y numéricas entre venados de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*) y chanchos cimarrones(*Sus scrofa*) en el Refugio de Vida Silvestre Bahía Samborombón, Argentina. Ecología Austral 19: 63-71
- Plan Lineamientos Generales y Regionales para un Plan Maestro de Ordenamiento Hidrico del Territorio Bonaerense. 1987.Programa Hidrologico Internacional. Convenio Ministerio de Obras y Servicios Publicos de la Pcia. de Bs. As. y Ministerio de Obras y Servicios Publicos de la Nacion.
- PNUD-SECYT, 1998.Evaluación de la vulnerabilidad de la costa argentina al ascenso del nivel del mar. Proyecto ARG/95/G31.

- Pugh, D.T., 1987. Tides, Surges and Mean Sea Level: a handbook for engineers and scientists. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 472.
- Ramsar, 2004. hppt:/www.ramsar.org/key_ris_types_s.htm
- Rebolo Ifran, N. 2010. Areas Naturales Protegidas (ANP) y Areas Importantes para la Conservacion de las Aves (AICAs) en la costa de la provincia de Buenos Aires. Aves Argentinas/AOP. Buenos Aires.
- Redford, K. H. y J. F. Eisenberg.1992. Mammals of Neotropics. The Southern Cone. Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. Univ. Chicago Press. Chicago & London, 430 pp.
- Rico, M.R., Avigliano, E., Saez, M.B. y Volpedo, A.V. 2012. Discriminación de stocks pesqueros de pez palo (*Percophis brasiliensis*) del Atlántico sudoccidental mediente la utilización de las relación Sr:Ca y Zn:Ca en los otolitos. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Informe de Investigación Nº 74. 27/08/2012. 18 p.
- SAGPyA. 2004. http:/www.sagpya.mecon.gov.ar
- Sala, J. M. 1975. Geología de la Provincia de Buenos Aires. Recursos hídricos. Relatorio VI Cong. Geol. Arg.: 169-251.
- Schenone, N; A. V. Volpedo and A. Fernandez Cirelli. 2007. Trace metal contents in water and sediments in Samborombón Bay wetland, Argentina. Wetland ecology and management 15: 303-310
- Schenone, N; A. V. Volpedo and A. Fernandez Cirelli. 2008. Estado trófico y variación estacional de nutrientes en los ríos y canales del humedal mixohalino de Bahía Samborombón (Argentina). Limnética 27 (1): 65-72
- Secretaria de Minería de la Provincia de Buenos Aires. 2004. HYPERLINK "http://www.mineria.gov.ar/ ambiente/estudios/IRN/baires/B-4.asp" www.mineria.gov.ar/ ambiente/estudios/IRN/baires/B-4.asp.
- Simionato, C., Dragani, W. C., Nuñez, M. N. y Engel, M., 2004. A set of 3-d nested models for tidal propagation from the Argentinean Continental Shelf to Río de la Plata Estuary, Journal of Coastal Research, (20) 3, 893-912.
- Spaletti, L. A., S. Matthews and D. Poiret 1987: Sedimentology of the Holocene littoral ridges of samborombón Bay (Central Buenos Aires province, Argentina). *Quaternary of South America and Antarcíic Península,* 5:111- 132. Rotterdam.
- Spivak, E. D. 1997. Cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental (25° -41° S) (Crustácea: Decapoda: Brachyura). Invest. Mar. Valparaíso, 25:105-120.
- SRH (Subsecretaria de Recursos Hídricos de Argentina) (2006) Niveles Guía de Calidad de Aguas. http://hidricos.obraspublicas.gov.ar/calidad_del_agua_actividades.htm" http://hidricos.obraspublicas.gov.ar/calidad_del_agua_actividades.htm. May, 2006.
- Suquele, P y D. Colautti. 2003. Análisis de los Desembarques de Corvina Rubia *Micropogonias furnieri*, en los puertos de zona norte: San Clemente, General Lavalle, Río Salado, Atalaya y Ensenada; entre los años 1999 al 2002. Boletín No1.

Subsecretaría de Actividades Pesqueras. Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción (Argentina):1-25.

- Tombari, A., D. Fuchs, Kunert, R. Callicó Fortunato y A. V. Volpedo. 2010. Cambios en las pesquerías marinas argentinas en las dos últimas décadas: perspectivas en el marco del cambio climático. 273- 288. En: Fernandez Reyes, L., A. V. Volpedo. y A. Pérez Carrera. 2009. Estrategias integradas de mitigación y adaptación a los cambios globales. PIUBACC (UBA)-CYTED, 493 pp
- Tricart, J. 1973: Geomorfología de la Pampa Deprimida. *Colección Científica INTA,* 12. 202pp. Buenos Aires.
- Toybee A. 1948. Civilization on Trial, London .
- Turekian KK, Wedephol KH (1961) Distribution of the elements in some major units of the earth´s crust. Geol. Soc America Chemistry 51 (7): 844-851.
- Turner, R. K. 1991. Economics of wetland management. Ambio 20: 59-63
- UICN,1998 Economic Values of Protected Areas. Guidelines for Protected Area Managers. Cardiff University. 52pp.
- Vervoost, F. 1967. Las comunidades vegetales de la Depresión del Saldo (Provincia de Buenos Aires). INTA, Serie Fitogeográfica 7: 1- 262.
- Vila, A y M. Beade, 1997. Situación de la población del venado de las pampas en la Bahía Samborombón. Fundación Vida Silvestre Argentina. Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre N° 37:1-30.
- Vila, A. R. 2007. Ecología y conservación del venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*, Cabrera 1943) en la Bahía Samborombón, Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires
- Vila, AR; MS Beade & D Barrios Lamuniere. 2008. Home range and habitat selection of pampas deer. *J Zool* 276:95-102.
- Violante, A. R., G. Parker y L. J. Cavaliotto. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la Bahía Samborombón y la Laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 56(1): 51-66.
- Volpedo A. y A. Fernández Cirelli. 2006. Otolith chemical composition as a useful tool for sciaenids stock discrimination in Southwestern Atlantic. Scientia Marina 70(2): 325-334.
- Volpedo A.V, P. Miretzky y A. Fernández Cirelli. 2007. Stocks pesqueros de *Cynoscion guatucupa* y *Micropogonias furnieri* de la costa atlántica de Sudamérica: comparación entre métodos de identificación. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 165: 115-130
- Volpedo AV, Fernández Cirelli A 2007. Efectos del cambio climático en el humedal de Bahía Samborombón, Argentina. 129-141. En: “El agua en Iberoamérica. Efecto cambios globales sobre los recursos hídricos y ecosistemas marino costeros” Eds. Fernández Cirelli, L. Fernández Reyes y A. V. Volpedo. RED CYTED 406RT0285 “Efecto cambios globales sobre los humedales de iberoamérica” (ISBN: 978-987-96413-2-3: 129-142

- Volpedo AV, Yunes T, Fernández Cirelli A 2005. El humedal mixohalino de Bahía Samborombón: conservación y perspectivas.In: Peteán J, Cappato J (eds). Humedales Fluviales de América del Sur. Hacia un manejo sustentable. Fundación Proteger Ediciones-UICN, Santa Fe. Ediciones Proteger-UICN: 89-110, 570pp
- Wade, P. 1994. Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. Marine Mammal Science 14(1):1-37.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology. 3rd edition. Academic Press. San Diego, Cal., pp216.
- Yoshida, N. 2011. Comportamiento ambiental de agentes terapéuticos y promotores del crecimiento presentes en efluentes pecuarios. Tesis Doctoral de Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.
- Yunes, T., A.V. Volpedo y A. Fernández Cirelli. 2005 Evaluación de la vulnerabilidad del sitio Ramsar de Bahía Samborombón (Argentina). En: Humedales de Iberoamérica: Experiencias de Estudio y Gestión. Eds Lucas Fernández Reyes y Delminda Moura (ISBN: 959-270-061-3). 304-316.355 pp.
- Yunes Núñez, T., A. V. Volpedo y A. Fernández Cirelli. 2004 a. Valoración económica del humedal mixohalino de Bahía Samborombón. IV Seminario Internacional CYTED-XVII. Un enfoque integrado para la gestión sustentable del agua. Experiencias en gestión y valoración del agua. Costa Rica: 30
- Yunes Núñez, T., A. V. Volpedo y A. Fernández Cirelli. 2004 b. Evaluación de la vulnerabilidad del sitio RAMSAR de Bahía Samborombón. II Reunión Científica da Rede CYTED XVII. Interdisciplinary Symposium on Wetlands. Portugal: 37.
- Zapata, F, M. Garcia, A. Volpedo y P. Bordino. 2006. Variaciones espacio-temporales en la dieta de franciscana (*Pontoporia blainvillei*) de la zona norte de la costa bonaerense. Jornadas de Ciencias del Mar, Puerto Madryn. 4-8 de diciembre 2006.

Glosario de términos y conceptos seleccionados relacionados con el cambio climático, y mencionados en el documento

(Fuente: Vocabulario meteorológico internacional, segunda edición. publicaciónOMM-No. 182.De la OrganizaciónMeteorológica Mundial.Ginebra, Suiza).

- **Absorción, Dispersión y Emisión de Radiación:** La radiación electromagnética puede interactuar con la materia de distintas maneras, tanto si se trata de átomos o moléculas de gas (por ejemplo un gas atmosférico), como de partículas sólidas o líquidas (por ejemplo, un aerosol). Por si misma, la materia emite radiación en función de su composición y de su temperatura. La radiación puede ser absorbida por la materia, y la energía absorbida puede, a su vez, ser transferida o re-radiada. Por último la radiación puede ser también desviada de su trayectoria original (dispersada) por efecto de su interacción con la materia.
- **Acidificación del océano:** Disminución del pH, por incorporación de dióxido de carbono antropógeno.
- **Acuífero:** Estrato de roca permeable que contiene agua. Los acuíferos no confinados se alimentan por la infiltración de lluvias, ríos y lagos locales. Su tasa de recarga depende de la permeabilidad de los suelos y rocas que los cubren.
- **Adaptación:** Iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante efectos actuales o esperados de un cambio climático.
- **Aerosoles:** Conjunto de partículas sólidas o líquidas presentes en el aire, de tamaños generalmente comprendidos entre 0,01 y 10 micrones (millonésimo de metro), que permanecen en la atmósfera durante varias horas o más. Los aerosoles pueden ser de origen natural o antropógeno. Pueden influir en la temperie y el clima de varias maneras, directamente, opacando la atmósfera en donde se inyectan en ella; dispersando y absorbiendo la radiación solar o indirectamente actuando como núcleos de condensación o de congelamiento del vapor de agua en la atmósfera formando nubes y siendo factores de la formación de precipitaciones líquidas y sólidas (nieve, granizo)
- **Aforestación:** Plantación de bosques en tierras que históricamente no los han tenido (durante al menos 50 años.
- **Albedo:** Fracción de la radiación solar reflejada por una superficie, frecuentemente expresada en términos porcentuales. El albedo de los suelos puede tener valores altos, como en el caso de las superficies cubiertas con nieve, o valores bajos como el de las superficies cubiertas por vegetación densa y los océanos.
- **Alcance del Viento** (Fetch): Longitud del trayecto por encima de una gran superficie de agua de un viento que sopla en una dirección y con una velocidad aproximadamente uniformes.

- **Amplitud absoluta anual de la temperatura:** Diferencia entre la temperatura más alta y la más baja de un año dado.
- **Amplitud anual media de la temperatura:** Diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y del más frío del año.
- **Amplitud de la temperatura:** Diferencia entre las temperaturas máximas y mínima o entre las temperaturas medias más altas y más bajas en un intervalo cronológico dado.
- **Amplitud diaria de la temperatura:** Amplitud de la temperatura durante un intervalo cronológico continuo de 24 horas.
- **Anomalía climática:** a) Diferencia entre el valor de un elemento climático en un lugar dado y el valor medio de dicho elemento correspondiente al círculo de latitud del lugar; b) El desvío del valor normal.
- **Anticiclón** (Antyclone):- Alta, zona de alta presión.
- **Antropógeno:** Resultante de la actividad humana o producidos por los seres humanos.
- **Atmósfera:** Envoltura gaseosa que rodea a la Tierra. La atmósfera seca está constituida casi enteramente por Nitrógeno (coeficiente volumétrico 78,1 %), Oxígeno (coeficiente volumétrico 20,9 %), más vestigios de otros gases como Argón (0,93 %), Helio y varios gases de efecto invernadero, como el Dióxido de Carbono (0,035 %) y el Ozono. La atmósfera contiene además vapor de agua, también gas de efecto invernadero, en cantidades muy variables en especio y tiempo, aunque, de manera general su coeficiente de mezcla volumétrica es de 1 %. La atmósfera contiene aerosoles y es la sede de los distintos tipos de nubes y de los procesos de la temperie y de fenómenos eléctricos, como los relámpagos, ópticos, como el arco iris y los halos solar y lunar, y sonoros, como los truenos. En la estratosfera, el campo eléctrico produce las auroras boreales y australes, sobre los polos del planeta.
- **Balance de energía:** Diferencia entre los valores totales de energía entrante y saliente del sistema climático. Si el balance es positivo, se produce un calentamiento, si es negativo sobreviene un enfriamiento promediado a nivel mundial y durante largos periodos de tiempo, este balance ha de ser igual a cero. Como el sistema climático obtiene virtualmente toda su energía del Sol, un balance nulo implica que a nivel global la cantidad de radiación solar entrante debe ser, en promedio, igual a la suma de la radiación solar reflejada saliente más la radiación infrarroja térmica saliente, emitida por el sistema climático. Toda alteración del balance de radiación global, y sea antropógeno o natural, se denomina forzamiento radiativo.
- **Banco de Niebla** (Fog Bank):- Niebla, generalmente de origen local, que cubre una zona pequeña de unos cientos de metros de anchura.
- **Beneficios de la adaptación:** Costos evitados en concepto de daños evitados o beneficios obtenidos por la adopción y aplicación de medidas de adaptación

- **Biocombustible:** Combustible producido a partir de materia orgánica o de aceites y derivados de origen vegetal. Son biocombustibles el alcohol, la lejía negra derivada de la fabricación de papel, la madera o el aceite de soja.
- **Biodiversidad / Diversidad Biológica:** La diversidad total de organismos y ecosistemas existentes en escalas espaciales diferentes (desde el tamaño de un gen hasta la escala de un bioma).
- **Bioenergía:** Energía provenirte de la biomasa
- **Bioma:** Uno de los principales elementos regionales de la biosfera, claramente diferenciado, generalmente constituido por varios ecosistemas (por ejemplo bosques, ríos, estanques o pantanos) de una misma región con condiciones climáticas similares. Los biomas están caracterizados por determinadas comunidades vegetales y animales típicas.
- **Biomasa:** Masa total de organismos vivos presentes en un área o volumen dados; la cantidad de biomasa se expresa mediante su peso secoo mediante o de Nitrógeno.
- **Biosfera (terrestre y marina):** Parte del sistema tierra que abarca todos los ecosistemas y organismos vivos de la atmósfera, de la tierra firme (biosfera terrestre) o de los océanos (Biosfera marina), incluida la materia orgánica muerta resultante (por ejemplo, restos, materia orgánica del suelo o desechos oceánicos)
- **Biota:** Conjunto de organismos vivos de determinada área; la flora y la fauna consideradas como un todo.
- **Bruma** (Mist):- Suspensión en el aire de gotas microscópicas de agua, o partículas higroscópicas húmedas, que reducen la visibilidad en superficie.
- **Cambio climático:** En un sentido más generalizado, el término de cambio climático abarca todas las formas de inconsistencia climática, haciendo caso omiso de su naturaleza estadística o sus causas físicas. Se usa frecuentemente para señalar un cambio a otro estado climático caracterizado por diferentes promedios de las variables atmosféricas.
- **Cambio del nivel del mar / Aumento del nivel del mar:** El nivel del mar puede cambiar, tanto en términos globales como locales, por efecto de

i) cambios de conformación en las cuencas oceánicas,
ii) cambios de la masa total de agua o
iii) cambios en la densidad del agua.

En condiciones de calentamiento global, el aumento del nivel del mar puede ser inducido por un aumento de la masa de agua total procedente del deshielo de la nieve e hielos terrestres, o por un cambio de la densidad del agua debido al aumento de la temperatura del agua del océano o a una mayor salinidad. El aumento de nivel del mar es relativo cuando el nivel del océano aumenta localmente respecto del terrestre, debido a una elevación del océano y/o al hundimiento de la tierra.

- **Capacidad adaptativa:** Conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces.

- **Capacidad mitigativa:** Capacidad de un país para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero antropógenos o para potenciar los sumideros naturales, entendiéndose por capacidad los conocimientos prácticos, competencias, aptitudes y eficiencias adquiridas por un país, que dependen de la tecnología, de las instituciones, de la riqueza, de la equidad, de la infraestructura y de la información. La capacidad mitigativa se apoya en la vía de desarrollo sostenible emprendida por un país
- **Ciclo hidrológico:** Es un proceso en virtud del cual el agua de evapora de los mares, océanos y la superficie terrestre, en forma de vapor de agua y como gotitas de nubes es transportada por el desplazamiento de las masas de aire, que conforman la circulación atmosférica y, a través de los procesos que generan las precipitaciones, vuelve a la superficie terrestre, en forma de lluvia, nieve o granizo, siendo interceptada por los árboles y la vegetación, llega al suelo, generando escorrentías sobre la superficie, dando origen a corrientes fluviales, e infiltrándose en los suelos, recargando las aguas subterráneas. Muchas de las corrientes superficiales y subterráneas desembocan en otros cuerpos de agua, incluidos mares y océanos, desde donde se evapora nuevamente. Los árboles y la vegetación evapotranspiran, sumando otras cantidades de vapor de agua que se agregan al ciclo hidrológico junto con las cantidades menores del vapor de agua que se condensó en forma de rocío o se sublimó, en forma de escarcha. Y el ciclo se reanuda. Las distintas componentes involucradas son designadas como sistemas hidrológicos.
- **Ciclón o Depresión** (Cyclone): Región de la atmósfera donde la presión en un nivel es baja en relación a su contorno al mismo nivel. Está representada, en un mapa sinóptico, por una serie de isóbaras a un nivel dado o de isohipsas a una presión dada, las cuales rodean los valores de baja relativa de la presión (o la altitud).
- **Ciclón Tropical** (Tropical Cyclone): Término genérico que designa un ciclón de escala sinóptica no frontal que se origina sobre las aguas tropicales o subtropicales y presenta una convección organizada y una circulación ciclónica caracterizada por el viento de superficie.
- **Ciclos climáticos.** Ritmos periódicos en una larga serie de observaciones de elementos climáticos.
- **Clasificación climática:** División de los climas de la Tierra en un sistema mundial de regiones contiguas, cada una de las cuales está caracterizada por una homogeneidad relativa de los elementos climáticos, p.ej. Köppen y Thornthwaite.
- **Clima cuaternario:** Clima de este período geológico que incluye la fase glacial del cuaternario, superior a un millón de años.
- **Clima:** El clima se suele definir en sentido restringido como el promedio de la temperie o tiempo meteorológico y, más rigurosamente, como una descripción estadística de la temperie en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcan de meses

hasta millares o millones de años. El período de promediación habitual es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático descrito en términos estadísticos.

- **CLIMAT SHIP:** Informe de medias totales y mensuales proveniente de una estación meteorológica oceánica (clave FM 72-VI).
- **CLIMAT TEMP SHIP:** Informe de medias aerológicas mensuales proveniente de una estación meteorológica oceánica (clave FM 76-VI).
- **CLIMAT TEMP:** Informe de medias aerológicas mensuales proveniente de una estación terrestre (clave FM 75-VI).
- **CLIMAT:** Informe de medias totales y mensuales proveniente de una estación terrestre (clave FM 71-VI).
- **Convergencia** (Convergence): Contracción de un campo vectorial. Divergencia de signo negativo.
- **Corriente en Chorro** (Jet Stream): Corriente de aire con forma de tubo aplastado, casi horizontal, en general cercana a la tropopausa. Su eje lo forma la línea de velocidades máximas y se distingue por las grandes velocidades del viento y por la presencia de fuertes cizalladuras verticales y horizontales del viento.
- **Costos de adaptación:** Costos vinculados a la planificación, preparación, facilitación y aplicación de medidas de adaptación, incluidos los costos del proceso de transición.
- **Crecida Repentina** (Flash Flood): Crecida que sube repentinamente, con poco o ningún aviso previo. Suele ser el resultado de lluvias intensas caídas sobre una zona reducida. Hay otras causas posibles, como atascos por hielo, roturas de presas, etc.
- **Datos climatológicos:** Todo tipo de datos - de instrumentos, de testigos (tales como los anillos de los árboles), de la historia, etc. que constituyen la fuente principal del estudio y de las teorías del clima.
- **Dendroclimatología:** Estudio de las fluctuaciones del clima utilizando los anillos del crecimiento anual de ciertos árboles.
- **Depresión Tropical** (Tropical Depression): Subclasificación de un ciclón tropical en donde la velocidad del viento es de hasta 33 nudos. (62 Km/h o 38 millas por hora), o menos.
- **Desarrollo sostenible:**El concepto de desarrollo sostenible se introdujo por primera vez en la Estrategia Mundial para la Conservación (UICN, 1980), y se asienta en el concepto de sociedad sostenible y en la gestión de recursos renovables. Fue adoptado por la CNUMAD en 1987 y por la Conferencia de Río en 1992, como un proceso de cambio que armoniza la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional y que acrecienta las posibilidades actuales y futuras de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de los seres humanos. El desarrollo sostenible integra dimensiones políticas, sociales económicas y ambientales.

- **Detección y Atribución:** El clima varía continuamente en todas las escalas de tiempo. El proceso de detección del cambio climático consiste en demostrar que el clima ha cambiado en un sentido estadístico definido, sin indicar las razones del cambio. El proceso de atribución de causas del cambio climático consiste en establecer las causas más probables del cambio detectado con un nivel de confianza definido.
- **Dilatación térmica:** En relación con el aumento del nivel del mar, este término denota el aumento de volumen (y la disminución de densidad que tiene lugar cuando el agua se calienta. El calentamiento del océano conlleva una dilatación de su volumen y, por consiguiente, n aumento del nivel del mar.
- **Discontinuidad climática:** Un cambio climático que consiste en un cambio bastante abrupto y permanente durante el período de un valor medio al otro.
- **Divergencia** (Divergence): Expansión o extensión de un campo vectorial. Magnitud escalar definida para un campo de vectores V (por ejemplo, el vector viento) por la relación: div V = (∂u/∂x)+(∂v/∂y) + (∂w/∂z), donde u, v y w son las componentes del vector V según los ejes rectangulares x,y,z. La "divergencia horizontal" se define omitiendo el término ∂w/∂z.
- **Documentación de la estación:** Información geográfica y de tipo administrativo, tal como el nombre oficial de la estación, su latitud, longitud y elevación, nombre y dirección postal del observador o de la institución que coopera en el servicio observacional, el programa oficial de observación incluyendo las horas en las que se efectúan normalmente las observaciones e indicaciones acerca de la homogeneidad con relación a estaciones cercanas.
- **Dorsal** (Ridge): Región de la atmósfera en la que la presión en un nivel es alta en relación con la de las regiones vecinas al mismo nivel. Se representa, en un mapa sinóptico, como una serie de isóbaras o isohipsas casi paralelas, con una forma aproximada de "u", con la concavidad hacia el anticiclón.
- **Duración astronómica del brillo solar (Heliofanía absoluta):** La heliofanía absoluta indica para cada día del año de un lugar determinado la duración en horas entre la salida y puesta del Sol correspondiente al horizonte astronómico.
- **Duración del brillo solar efectivamente posible:** La duración efectivamente posible del brillo del Sol, es decir, el número de horas que necesita el Sol para su órbita, desde su salida hasta su puesta, con referencia al horizonte topográfico.
- **Duración registrada del brillo solar, también heliofanía efectiva:** La heliofanía efectiva indica para un lugar y día determinados la cantidad de horas con brillo solar.
- **Duración relativa del brillo solar, también heliofanía relativa:** Cociente de la heliofanía efectiva sobre la efectivamente posible.
- **Ecosistema:** Sistema constituido por organismos vivos que interactúan entre sí y con su entorno físico. Los límites atribuibles a un ecosistema son, en cierta medida, arbitrarios y dependen del aspecto considerado estudiado. Así, un ecosistema puede abarcar desde escalas espaciales muy pequeñas hasta la totalidad del planeta Tierra.

- **Efecto invernadero:** Los gases de efecto invernadero absorben eficazmente la radiación infrarroja emitida por la Tierra, por la acción de estos mismos gases en el seno de la atmósfera y por las nubes. La radiación atmosférica es emitida en todas direcciones, en particular hacia la superficie de la Tierra. Por ello, los gases de efecto invernadero retienen calor en el sistema superficie troposfera. Este fenómeno se denomina ***efecto invernadero***. La radiación térmica, en la gama del infrarrojo, es función d la temperatura en la altitud desde donde se emite. En la troposfera la temperatura disminuye con la altura; de hecho, la radiación infrarroja emitida hacia el espacio proviene de una altitud cuya temperatura media es de -19º C, en equilibrio con la radiación neta proveniente del Sol, mientras que la Tierra se mantiene a una temperatura media más alta, de unos 15º C. Una concentración mayor de gases de efecto invernadero da lugar a una mayor opacidad infrarroja de la atmósfera y, por consiguiente, genera un forzamiento radiativo mayor, que intensifica al efecto invernadero.
- **Eficiencia Energética:** Cociente entre la energía útil generada por un sistema, proceso de conversión o actividad y su insumo de energía.
- **El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)**: En principio, el término El Niño fue utilizado para identificar a la corriente de aguas cálidas que, periódicamente, se desplaza a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, alterando la pesca local. Posteriormente se ha identificado como un calentamiento del agua en toda la cuenca del Océano Pacífico tropical, al Este de la línea de referencia horaria. Este fenómeno está asociado a una cierta fluctuación de una pauta mundial de presiones en la superficie tropical y subtropical, denominada Oscilación Austral o del Sur. Este fenómeno atmósfera-océano acoplado, cuya escala de tiempo más habitual abarca entre dos y aproximadamente siete años es conocido como ENOS, El Niño-Oscilación del Sur (también se lo identifica como ENOA, es decir, El Niño-Oscilación Austral). Su presencia suele determinarse en función de la anomalía de presión en superficie entre Darwin y Tahití y de las temperaturas de la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial. Durante un evento ENOS, los vientos alisios prevalecientes se debilitan reduciendo la emergencia del agua del mar y alterando las corrientes oceánicas, de manera que las temperaturas de la superficie del mar aumentan, reduciendo aún más a los vientos alisios. Este evento influye en el clima de toda la región del Pacífico y de otras partes del mundo, mediante teleconexiones en toda la extensión del planeta. La fase fría del ENOS se denomina La Niña.
- **Elemento climático:** Cualquiera de las propiedades o condiciones de la atmósfera que, tomadas en conjunto, particularizan el estado físico del tiempo o del clima en un lugar y en un momento o período cronológicos determinados.
- **Erosión:** Proceso de detracción y transporte de suelo y rocas por desgaste externo o desmoronamiento, o por efecto de corrientes de agua, glaciares, olas, vientos o aguas subterráneas.

- **Escorrentía:** Parte de la precipitación que no se evapora ni es transpirada, pero que fluye sobre la superficie del terreno, retornando a las masas de agua, de las cuales se evaporó.
- **Estación climatológica automática:** En esta estación el instrumental realiza y transmite o registra las observaciones en forma automática; la codificación de estas últimas, si fuese requerida, se realiza también automáticamente o en una estación retransmisora.
- **Estación climatológica de referencia:** Estación climatológica cuyos datos están destinados a determinar las tendencias climáticas. Esto requiere largos períodos (de 30 años como mínimo) de registros homogéneos, allí donde las modificaciones del medio ambiente debidas a las actividades humanas no han sido y/o se espera sigan siendo mínimas. El registro debe tener, idealmente, la amplitud suficiente para permitir la identificación de los cambios seculares del clima.
- **Estación climatológica ordinaria:** Estación en la que se efectúan observaciones, por lo menos una vez al día, incluidos los correspondientes a la temperatura máxima y mínima y la cantidad diaria de precipitación.
- **Estación climatológica para fines especiales:** Estación climatológica instalada para observar uno o varios elementos determinados.
- **Estación climatológica principal:** Estación climatológica en la que se hacen lecturas horarias, u observaciones, por lo menos tres veces por día, además de la tabulación horaria de las lecturas de los registros autográficos.
- **Estación de observación meteorológica (Estación):** Lugar en el que se efectúan observaciones meteorológicas con la aprobación del Miembro o Miembros interesados.
- **Estación pluviométrica:** Estación en la que sólo se efectúa la observación de precipitaciones.
- **Estación sinóptica:** Estación desde la cual se efectúan observaciones sinópticas.
- **Estratosfera:** Región de la atmósfera muy estratificada, situada por encima de la troposfera, que abarca desde, aproximadamente, los 10 Km (en promedio, 9 Km en latitudes altas y 16 Km en los trópicos),hasta los 50 Km de altitud,
- **Evaporación:** Proceso de transición entre el estado líquido y gaseoso
- **Evapotranspiración:** Proceso combinado de evaporación en la superficie de la Tierra y de transpiración de la vegetación.
- **Evento meteorológico extremo:** Un evento que es raro en las referencias de la distribución estadística de los procesos meteorológicos en un lugar dado. Las definiciones de “raro” varían dentro de ciertos rangos de probabilidad, pero un evento extremo de la temperie debería ser tan raro, o más raro, que el décimo o nonagésimo percentil, en la función de probabilidad correspondiente. Por definición, las características de o que es llamado “evento extremo” puede variar de lugar a lugar. Típicamente, los eventos extremos pueden incluir inundaciones y sequías.
- **Extinción:** Desaparición completa de una especie biológica.

- **Factores climáticos:** Determinadas condiciones físicas (que no sean los elementos climáticos) que controlan el clima (latitud, altura, distribución de tierra y mar, topografía, corrientes oceánicas, etc.).
- **Fenología:** Estudio de los fenómenos naturales que se repiten periódicamente en los sistemas biológicos (por ejemplo, las etapas de desarrollo de planas y animales, o la migración de aves) y su relación con el clima y los cambios estacionales.
- **Fertilización por dióxido de Carbono:** Mejora del crecimiento de las plantas debido a un aumento de la concentración de dióxido de Carbono (CO_2) en la atmósfera. En función del mecanismo de fotosíntesis que utilicen, ciertos tipos de plantas son más sensibles que otros a los cambios de la concentración de CO_2 en la atmósfera.
- **Floración de algas:** Explosión reproductiva de algas en un lago, río u océano.
- **Fluctuación climática:** Una inconstancia climática que consiste en una forma cualquiera de cambio sistemático, sea regular o irregular, excepto tendencias y discontinuidades. Se caracteriza por dos máximas (o mínimos) y un mínimo (o máximo), por lo menos, incluidos los correspondientes a los puntos finales del registro.
- **Forzamiento externo:** Agente de forzamiento ajeno al sistema climático, que induce un cambio en éste. Son forzamientos externos las erupciones volcánicas, las variaciones solares, los cambios antropógenos de la composición de la atmósfera y los cambios de uso de la tierra.
- **Fotosíntesis:** Proceso en virtud del cual las plantas verdes, las algas y ciertas bacterias toman dióxido de Carbono de aire para producir hidratos de Carbono. Hay varias vías de fotosíntesis posibles con diferentes respuestas a las concentraciones de dióxido de Carbono en la atmósfera.
- **Frontogénesis** (Frontogenesis): Proceso de formación o de intensificación de un frente o zona frontal por influencias físicas (por ejemplo, radiación) o cinemáticas (por ejemplo, el movimiento del aire).
- **Fuerza del Viento** (Wind Force): Número de una escala progresiva (escala de Beaufort) asociado a los efectos producidos por el viento en cierto intervalo de velocidades. Fuerza ejercida por el viento sobre un edificio, objeto, etc.
- **Gas de efecto invernadero:** Componente gaseoso de la atmósfera, de origen natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación de longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica, particularmente la emitida por la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. Son gases de efecto invernadero primarios el vapor de agua, el Dióxido de Carbono, el Óxido Nitroso, el Metano, y el Ozono. La atmósfera también contiene gases de efecto invernadero enteramente antropógenos, como los halocarbonos y otras sustancias que contiene cloro y bromo, mencionadas en el Protocolo de Kyoto.
- **Globalización:** Integración e interdependencia crecientes entre los países del mundo, debidas al mayor volumen y diversidad de transacciones transfronterizas de

bienes y servicios, a la libertad de circulación de capitales entre países y a la mayor rapidez y extensión con que se difunden la tecnología, la información y la cultura.

- **Granizo** (Hail): glóbulo o trozo de hielo con un diámetro de 5 a 50 mm o incluso más, cuya caída constituye la granizada. Los granizos están constituidos casi totalmente por hielo transparente o por una serie de capas de hielo transparente, de un espesor de 1 mm por lo menos, que alternan con capas translúcidas.
- **Halocarbonos:** Término que identifica colectivamente al grupo de especies orgánicas parcialmente halogenadas que abarca los clorofluorocarbonos (CFCs) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs); los hidrodfluorocarbonos (HFCs), los halones, el cloruro de metilo, el bromuro de metilo, etc. Muchos de los halocarbonos que contienen cloro y bromo intervienen en el agotamiento de la capa de Ozono estratosférico.
- **Hidrósfera:** Componente del sistema climático constituido por las superficies de agua en estado líquido y por las aguas subterráneas, que abarca océanos, mares, ríos, lagos de agua dulce, napas freáticas, etc.
- **Humo** (Smoke): Partículas pequeñas producidas por combustión y que están en suspensión en la atmósfera.
- **Impacto totalizado:** Impacto total integrado por sectores y/o regiones. Para totalizar los impactos e4s necesario conocer (o presuponer) su importancia relativa en diferentes sectores y regiones. Por ejemplo, el impacto totalizado puede cuantificase en función del número total de personas afectadas o del costo económico total.
- **Impactos del cambio climático:** Efectos del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos, Según se considere o no el procesos de adaptación, cabe distinguir entre impactos potenciales e impactos residuales. *Impactos potenciales*: todo impacto que pudiera sobrevenir en relación con un cambio proyectado del clima, sin tener en cuenta la adaptación. *Impactos residuales*: Impactos del cambio climático que sobrevendrían tras la adaptación
- **Implementación, aplicación:** Actuaciones emprendidas en cumplimiento de compromisos contraídos en virtud de un tratado; constan de una fase jurídica y de una fase efectiva. La *implementación jurídica* consiste en una serie de legislaciones, reglamentos, decretos judiciales y otras medidas, como los esfuerzos de los gobiernos por administrar la implantación de leyes y políticas nacionales en virtud de acuerdos internacionales. La *implementación efectiva* se materializa mediante políticas y programas que susciten cambios en el comportamiento y en las decisiones de los grupos destinatarios. Estos adoptan entonces medidas efectivas de mitigación y de adaptación
- **Incertidumbre:** Expresión del grado de desconocimiento de determinado valor (por ejemplo, el estado futuro del sistema climático), Puede deberse a falta de información, o a un desacuerdo con respecto a lo que es conocido o, incluso, cognoscible. Puede reflejar diversos tipos de situaciones, desde la existencia de errores cuantificables en los datos hasta una definición ambigua de un concepto o

término, o una proyección incierta de la conducta humana. Por ello, la incertidumbre puede representarse mediante valores cuantitativos (por ejemplo, un intervalo de valores calculados por diversos modelos), o mediante asertos cualitativos (que reflejen, por ejemplo una apreciación de un equipo de expertos). Véase también Probabilidad; Confianza

- **Intrusión de agua salada:** Desplazamiento del agua dulce superficial o subterránea por el naced de agua salada, que tiene mayor densidad. Suele acaecer en aguas costeras y estuarios, debido a una influencia terrestre decreciente (por ejemplo, una disminución de la escorrentía y de la recarga de agua subterránea aparejada, o una extracción excesiva del agua de los acuíferos),o por una influencia marina creciente (por ejemplo, el aumento del nivel del, mar)
- **Lluvia** (Rain): Precipitación de partículas de agua líquida en forma de gotas de diámetro superior a 0.5 mm. o de gotas más pequeñas y muy dispersas.
- **Marea de tempestad / Olas de Tormenta:** Aumento episódico de la altura del mar en un lugar dado, causado por condiciones meteorológicas extremas (presión atmosférica baja y/o vientos fuertes. Se define como la diferencia del nivel de la marea alcanzado y del esperado en un lugar y momento dados.
- **Masa de Aire** (Air Mass):- Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal, muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.
- **Medias de los períodos:** Medias de los datos climatológicos calculadas para cualquier periodo de por lo menos diez años que comience el 1' de enero de un año que acabe en 1.
- **Mitigación:** Cambios y reemplazos tecnológicos que reducen el insumo de recursos y las emisiones por unidad de producción. Aunque hay varias políticas sociales, políticas, económicas y tecnológicas que reducirían las emisiones, la mitigación referida al cambio climático es la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y potenciar los sumideros.
- **Oscilación climática:** Una fluctuación en la que las variables tienden a moverse gradual y suavemente entre máximos y mínimos sucesivos.
- **Oscilación del Sur(EL NIÑO)** (E.N.O.S): Calentamiento anómalo del agua oceánica frente a las costas occidentales sudamericanas, acompañado habitualmente de fuertes lluvias en las regiones costeras de Perú y Chile.
- **Paleoclima:** Clima existente durante períodos anteriores al desarrollo de los instrumentos de medición, que abarca el tiempo histórico y el geológico y respecto del cual sólo se dispone de registros climáticos indirectos.
- **Pautas de variabilidad climática:**La variabilidad natural del sistema climático, particularmente en escalas de tiempo estacionales y más prolongadas, está predominantemente asociada a pautas espaciales y a escalas de tiempo preferentes, en función de las características dinámicas de la circulación

<atmosférica y de la interacción con las superficies terrestres y oceánicas. Tales pautas suelen denominarse *regímenes, modos o teleconexiones.* Responden a esta definición la Oscilación Nor Atlántica (ONA), la Pauta Pacífico Nor-americana (PNA), El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), el Modo Anular Austral (MAA, anteriormente llamada Oscilación Antártica OA) y el Modo Anular Septentrional (MAS). Muchos de los principales modos de variabilidad climática son abordados en la Sección 3.6 del Informe del Grupo de Trabajo 1,del Cuarto Informe del IPCC (2007).

- **Plancton:** Microorganismos que viven en las capas superiores de los sistemas acuáticos. Cabe diferenciar entre fitoplancton que depende de la fotosíntesis para abastecerse de energía y el zooplancton, que se alimenta de fitoplancton.
- **Predicción climatológica:** Predicción basada en el clima de una región, en vez de las ¡aplicaciones dinámicas del tiempo.
- **Presión a Nivel del Mar** (Sea Level Pressure)**:** Presión atmosférica al nivel medio del mar, obtenido a partir de la presión observada en la estación.
- **Presión Atmosférica** (Atmosferic Pressure): Presión (fuerza por unidad de área) ejercida por la atmósfera sobre cualquier superficie en virtud de su peso. Equivale al peso de una columna de aire de sección transversal unitaria que se extiende desde un nivel dado hasta el límite superior de la atmósfera.
- **Probabilidad (Verosimilitud):** La verosimilitud de una eventualidad o resultado, siempre que sea posible estimarla por métodos probabilísticas, se expresa en los informes del IPCC, mediante una metodología patrón, definida como sigue

Terminología	Verosimilitud del suceso / resultado
Virtualmente cierto	Probabilidad del suceso suprior a 99 %
Muy Probable	Probabilidad superior al 90 %
Probable	Probabilidad superior al 66 %
Más probable que improbable	Probabilidad superior al 50 %
Medianamente probable	Probabilidad entre 33 y 66 %
Improbable	Probabilidad inferior al 33 %
Muy improbable	Probabilidad inferior al 10 %
Excepcionalmente improbable	Obabiliad iknfdrfio al 1 %

- **Promedio:** Valor medio correspondiente a un período cronológico (generalmente día, péntada, semana, década, mes o año). Ver también Valor promedio, normales y promedio de período.
- **Proyección climática:** Proyección de la respuesta del sistema climático a diversos escenarios de emisiones o de concentraciones de gases y aerosoles de efecto invernadero, o a escenarios de forzamiento radiativo, frecuentemente basada en simulaciones mediante modelos climáticos. La diferencia entre proyecciones climáticas y predicciones climáticas responde a la circunstancia de que las proyecciones climáticas dependen del escenario de emisiones / concentraciones /

forzamiento radiativo utilizado, basado en supuestos relativos, por ejemplo, a un devenir socioeconómico y tecnológico que puede materializarse o no, y que, por supuesto, está sujeto a un grado deincertidumbre considerable.

- **Red climatológica:** Todas las estaciones de un tipo particular (p. ej. estaciones climatológicas ordinarias) o estaciones correspondientes a un programa especial, independientemente de su tipo (p. ej. red de heliofanía), en las que se obtienen los datos observacionales por medio de lecturas de instrumentos oficiales, en cuyo caso las exposiciones y las prácticas observacionales están de acuerdo con las disposiciones vigentes.
- **Reforestación:** Plantación de boques en tierras que ya habían contenido bosque pro que no habían sido destinadas a otro uso.
- **Régimen climático:** Este término se usa, en climatología, para caracterizar la distribución estacional de uno o más elementos en un lugar dado.
- **Región climática:** Región que tiene un clima relativamente homogéneo, de acuerdo con criterios específicos.
- **Registro climatológico:** Cualquier inscripción registrada de un fenómeno meteorológico expresado en forma alfanumérica, gráfica o cartográfica.
- **Resiliencia:** Capacidad de un sistema social o ecológico para absorber una alteración sin perder su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto-organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio
- **Resumen climatológico anual o anuario:** Frecuencias anuales, promedios o totales, según el caso, de las observaciones efectuadas durante un año, acompañadas por otras estadísticas climatológicas pertinentes.
- **Resumen climatológico mensual o Resumen mensual:** Frecuencias, medias o totales mensuales, según el caso, de las observaciones efectuadas durante el mes, acompañadas por otras estadísticas climatológicas pertinentes.
- **Salinización:** Acumulación de sales.
- **Seguridad alimentaria:** Situación en que una población tiene acceso seguro a cantidades suficientes de alimentos inocuos y nutritivos, para su crecimiento y desarrollo normal y para un vida activa y sana. La ***inseguridad alimentaria*** puede deberse a la falta de alimentos, a un poder adquisitivo insuficiente, o a la distribución o uso inapropiado de los alimentos en la unidad familiar.
- **Sensibilidad:** Grado en que un sistema resulta afectado por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperatura o de la variabilidad de la temperatura), o indirectos (por ejemplo, los daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras, por haber aumentado el nivel del mar)
- **Sequía:** En términos generales, la sequía es una “ausencia prolongada o insuficiencia acentuada de precipitación” o bien una insuficiencia que origina escasez de agua para alguna actividad o grupo de personas”, o, también, “un período de condiciones

meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado para que la ausencia de precipitación ocasione un serio desequilibrio hidrológico (Heim, 2002).La sequía ha sido definida en términos diversos. La ***sequía agrícola*** se evidencia en la deficiencia de humedad existente en el metro más externo de espesor del suelo (la zona radicular), que afecta a los cultivos. La ***sequía meteorológica*** se manifiesta principalmente en una deficiencia prolongada de precipitación y la ***sequía hidrológica*** se caracteriza por un caudal fluvial o por un nivel de lagos y aguas subterráneas inferior a los valores normales Las ***megasequías*** son sequías prolongadas y extensas que duran mucho más de lo normal, generalmente un decenio o más.

- **Sistema climático:** El sistema climático des un sistema complejo que consta de cinco componentes principales (atmósfera, hidrósfera, criósfera, superficie terrestre y litósfera) y de las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y por efecto de forzamientos externos, como las erupciones volcánicas o las variaciones solares y de forzamientos antropógenos como del cambio de composición de la atmósfera o el cambio de uso de la tierra.
- **Temperatura máxima (mínima) diaria media para un mes:** Promedio de las temperaturas máximas (mínimas) diarias observadas durante un mes dado, ya sea en un año determinado o en un período determinado de años.
- **Temperatura máxima (mínima) diaria:** Temperatura máxima (mínima) correspondiente al intervalo cronológico continuo de 24 horas.
- **Temperatura máxima (mínima) media anual:** Promedio de las temperaturas máximas (mínimas) diarias observadas en un año determinado o durante un período determinado de años.
- **Temperatura máxima (mínima) mensual:** Temperatura máxima (mínima) registrada en un mes determinado de un año dado.
- **Temperatura máxima (mínima):** Temperatura más alta (baja) alcanzada en un intervalo cronológico dado.
- **Temperie o Tiempo Meteorológico:** Estado de la atmósfera en un momento dado, definido por los valores de las diferentes variables meteorológicas
- **Tendencia climática:** Un cambio climático que se caracteriza por un suave y monótono ascenso o descenso de los valores medios, dentro de un período de registro, pero no necesariamente un cambio lineal, habiendo un sólo máximo y mínimo en los extremos del registro.
- **Tipo climático:** Clima de una región, caracterizado por un conjunto de valores medios y las variaciones anuales de temperatura, precipitación y otros elementos climáticos. Los tipos de clima son designados frecuentemente con letras, como en el caso de la clasificación de Köppen.
- **Tormenta** (Storm): Alteración atmosférica que comprende perturbaciones de los campos de presión y de viento predominantes, en escalas que van desde los tornados (1 km) a los ciclones extratropicales (2000 a 3000 km).

- **Tormenta Tropical** (Tropical Storm): Subclasificación de un ciclón tropical en donde la velocidad máxima del viento es de 34 a 63 nudos.
- **Tornado** (Twister):- Tempestad giratoria muy violenta de pequeño diámetro; es el más violento de todos los fenómenos meteorológicos. Se produce a causa de una tormenta de gran violencia y toma la forma de una columna nubosa proyectada de la base de un cumulonimbus hacia el suelo.
- **Tromba** (Spout):-Fenómeno consistente en un torbellino de viento, con frecuencia intenso, puesto de manifiesto por una columna nubosa o un cono nuboso invertido en forma de embudo, que sobresale de la base de un cumulonimbus, y por un "arbusto" compuesto de gotas de agua elevadas desde la superficie del mar o por polvo, arena o residuos diversos elevados desde el suelo.
- **Tropausa:** Frontera entre la tropósfera y la estratosfera.
- **Troposfera:** Parte inferior de la atmósfera que abarca desde la superficie hasta, aproximadamente, unos 9 km en latitudes altas y unos 16 km en los trópicos. En ella se producen las nubes y los fenómenos meteorológicos. En la troposfera la temperatura del aire suele disminuir con la altura.
- **Uso de la tierra y cambio del uso de la tierra:** El uso de la tierra es el conjunto de disposiciones, actividades y aporte en relación con cierto tipo de cubierta terrestre (es decir, un conjunto de acciones humanas). Designa también los fines sociales y económicos que guían la gestión de la tierra (por ejemplo, el pastoreo, la extracción de madera o la conservación). El cambio del uso de la tierra es un cambio del uso o gestión de la tierra por los seres humanos, que puede inducir a un cambio de la cubierta terrestre. Los cambios de la cubierta terrestre y el uso de la tierra pueden influir en el albedo de la superficie modificada, en la evapotranspiración, en las fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero, o en otras propiedades del sistema climático, por lo que pueden ejercer un forzamiento radiativo y/u otros impactos sobre el clima, a nivel local o global.
- **Vacilación climática:** Una fluctuación en la que las variables climáticas tienden a ubicarse alternativamente alrededor de dos o más valores medios y desplazarse de uno a otro a intervalos regulares o irregulares de tiempo.
- **Vaguada de Baja Presión** (Trough): Región alargada de presión atmosférica relativamente baja.
- **Variabilidad Climática:** El concepto de variabilidad climática denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales, más amplias que las escalas de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa).
- **Variación climática:** Una fluctuación o componente de la misma, cuya escala temporal característica es suficientemente larga para manifestarse como inconstancia apreciable en sucesivos valores normales (promedios de 30 años) de una variable.

Ese término se usa frecuentemente para indicar las variaciones naturales comunes de un año al siguiente o cambios de una década a la siguiente.

- **Variación interdiuma (mensual - anual) de la temperatura:** Diferencia aritmética entre las temperaturas medias diarias (mensuales, anuales) de la temperatura de dos días (meses, años) consecutivos.
- **Viento** (Wind): Movimiento del aire con respecto a la superficie de la tierra. Excepto cuando se advierta lo contrario, sólo se considera su componente horizontal.
- **Viento duro o ventarrón** (Gale): Viento con una velocidad comprendida entre 34 y 40 nudos (escala de Beaufort: viento de fuerza 8).
- **Vulnerabilidad:** Grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima, el cambio climático y los eventos extremos, a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación.

- **Zona Intertropical de ConvergenciaoZITC** (Intertropical Convergente Zone ITCZ): Zona estrecha donde convergen los alisios de los dos hemisferios.

ANEXO 1 - Artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones >Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)

OBJETIVO

El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento público conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenida.

ANEXO 2 - Sistema de Información Geográfica de la Bahía Samborombón y su zona de influencia.

Introducción

El SIG, denominado para el presente análisis, Bahía Samborombón y su zona de influencia, consiste en la integración de un conjunto de información territorial para la generación, actualización y gestión de información relacionada con el territorio.

El SIG representa una herramienta de gestión tanto para i) el análisis y ajuste de políticas en campos específicos de interés para la administración pública provincial y gobiernos locales; como para ii) la implementación de indicadores de evaluación y monitoreo de la gestión del territorio y el análisis técnico de múltiples y complejas variables espaciales; y iii) la generación de escenarios actuales y posibles de uso y ocupación.

La meta es alcanzar una Infraestructura de Datos Espaciales para el área de análisis, en el contexto de una estrategia provincial de Ordenamiento Territorial.

Se enumeran las actividades ejecutadas en el marco de la Implementación de Sistema de Información Geográfica del área de interés, realizado a partir de la información recopilada sin cuya existencia hubiera sido imposible de ejecutar.

Los aspectos metodológicos para llevar adelante un Sistema Georreferenciado requerido por el Proyecto se sustentan en la definición, desarrollo e implementación de un Sistema de Información Geográfica, SIG. Se hace mención a algunos aspectos de los SIG que contemplan los distintos pasos a desarrollar previo a su implementación.

Marco Conceptual

Un Sistemas de Información Geográfica (SIG), permite gestionar y analizar la información espacial, constituyéndose en “la tecnología” de los profesionales que trabajan sobre el territorio. Consisten en herramientas multipropósito con aplicaciones en campos tan dispares como la planificación urbana, la gestión catastral, la ordenación del territorio, el medio ambiente, la planificación del transporte, el mantenimiento y la gestión de redes públicas, el análisis de mercados, etc.

El término de Sistemas de Información Geográfica (SIG) hoy está ampliamente difundido, sin embargo se podría afirmar que hay tantas definiciones como autores que escriben sobre el mundo de los SIG.

Un SIG es un *Sistema de Información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas,* Giraut, 2004. La ubicación geográfica constituye el elemento clave para estructurar la información dentro de un SIG y para realizar operaciones de análisis. El National Center for Geographic Information and Analysis (NCGLA), de los Estados Unidos, amplía la definición anterior cuando dice que un SIG es "un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión".

Estos sistemas se orientan frecuentemente a facilitar información para la toma de decisiones: se trata de un conjunto de procesos informáticos que permiten producir, a partir de datos no tratados, información útil en la toma de decisiones. Esta última condición los acerca al mundo de los Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD) - en inglés Decision Support Systems (DSS) -.

En un SIG se almacena información cartográfica (con lo que es posible conocer la localización exacta de cada elemento en el espacio y con respecto a otros elementos) e información alfanumérica (datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico). Precisamente el hecho de trabajar con información espacial es lo que potencia a los SIG frente a las bases de datos convencionales.

Un SIG descompone la realidad en distintos temas al igual que los científicos de la tierra estructuran la información en mapas temáticos, según sean los aspectos del espacio a analizar: el relieve, la litología, los suelos, los ríos, los asentamientos, las carreteras, los límites administrativos, Figura N° 93.

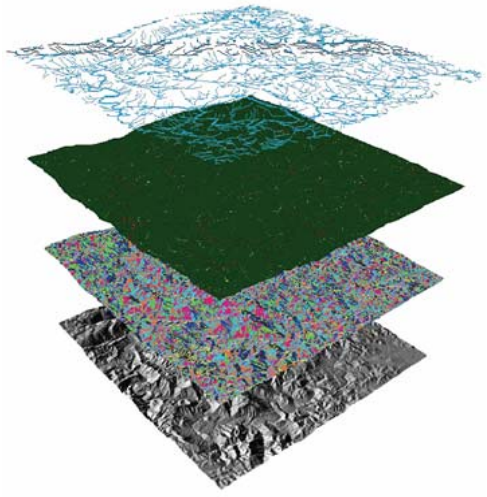


Figura 93
Concepto de los SIG

Los mapas almacenados en el ordenador pueden ser objeto de peticiones muy complejas o ser combinados algebraicamente para producir mapas derivados, que representen situaciones reales o hipotéticas.

A diferencia de los mapas analógicos, en los Sistemas de Información Geográfica el almacenamiento y la presentación de los datos son procesos separados. Ello permite que se puedan obtener a partir de los mismos datos tantos mapas como se desee, modificando no sólo la forma de presentación (por ejemplo, escala del mapa o los signos cartográficos utilizados), sino sometiendo los datos originales a un análisis previo para su posterior cartografía. Así, los Sistemas de Información Geográfica son capaces de producir nuevos mapas relacionando los mapas originales en formas no pensadas. Un SIG es una herramienta de análisis, (ESRI, 1996).

La utilidad de un SIG deriva de su capacidad para responder a preguntas de tipo espacial pudiendo distinguirse seis grandes tipos de cuestiones a las que un SIG puede responder:

Localización	¿Qué hay en?
Condición	¿Donde sucede que?
Tendencias	¿Qué ha cambiado?
Rutas	¿Cuál es el camino óptimo?
Pautas	¿Qué pautas existen?
Modelos	¿Qué ocurriría si?

Estas cuestiones son de interés primordial en las actividades de planificación. Dado que los SIG trabajan con datos sobre el mundo real, es posible implementar modelos que permitan predecir cuáles serán las tendencias futuras o qué efectos se producirán en caso de que cambie alguno de los elementos del sistema territorial.

Elementos de un SIG

En general se tiende a identificar a los Sistemas de Información Geográfica con el software diseñado para trabajar con datos georreferenciados. Pero un SIG no es sólo un conjunto de programas informáticos instalados en los equipos adecuados. *Un SIG es*

más que el software y el hardware juntos. Para que estas tecnologías funcionen como un sistema de geoprocesamiento es necesario contar también con los datos, el personal especializado y las aplicaciones. En esta misma línea se remarca que para que un SIG sea operativo como tal es necesario contar con cuatro elementos fundamentales: software, hardware, datos y personal calificado.

El software por sí sólo no sirve para nada. Si no se dispone de datos (espaciales y no espaciales), no nos encontramos ante un Sistema de Información, ya que nos falta precisamente la información: el SIG está "vacío". Por otro lado, es evidente que un SIG no puede funcionar sin el hardware adecuado y sin personal especializado. No sólo es necesario contar con los cuatro elementos descritos, sino también que exista un cierto equilibrio entre ellos. En este sentido se puede establecer una analogía con una cadena cuya resistencia depende no del eslabón más fuerte, sino del más débil.

Etapas metodológicas

Las actividades que se describen han sido establecidas atendiendo a las capacidades informáticas (Software y Hardware) y datos, principios que gobiernan a los Sistemas de Información Geográfica, todos ellos amalgamados con el fin de cumplir con el objetivo primario planteado en el Proyecto.

Con relación a las capacidades informáticas – hardware y software- se trabajará con capacidades informáticas de la FVSA. El material a producir es compatible con las tecnologías de productos ESRI.

Sistema de representación de los mapas.

Se puede clasificar a los SIG en función de la capacidad del software para procesar la información. Otra alternativa se relaciona por la forma de **Representación** de los Mapas en formato digital. Los SIG almacenan dos tipos de información: la distribución espacial de los objetos y los atributos de las entidades.

La representación del espacio se realiza a través de Sistemas Representación **Vectorial y Raster.** En los sistemas Vectoriales, los límites de las entidades u objetos son definidos por un conjunto de Puntos, Líneas, y Polígonos. Los atributos de éstas entidades se almacenan en una base de datos relacional. En el Sistema de representación Raster no se definen entidades, el área bajo estudio queda subdividida mediante una grilla (conjunto de celdas) en donde cada celda posee un atributo. Cada celda de la grilla es conocida con el nombre de Pixel (Picture element), Figura N° 94

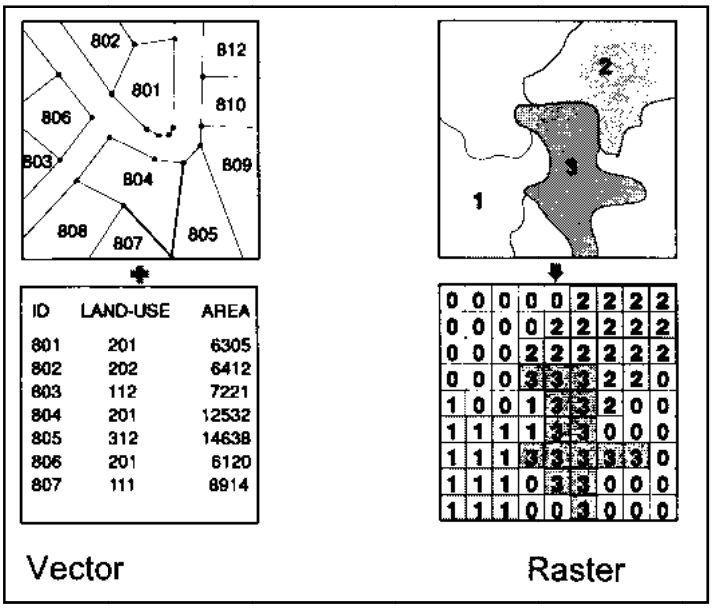


Figura 94
Modelo espacial de los SIG

El Sistema Raster está preferentemente orientado al Análisis espacial.

- El espacio geográfico se encuentra uniformemente definido.
- Están especialmente diseñados para análisis del espacio continuo y que varía constantemente, análisis de pendiente, aspecto etc.
- Son ideales para el análisis de imágenes satelitales por poseer el mismo formato. Requieren gran espacio para almacenamiento de la información. Ej: ERDAS, ILWIS, IDRISI, etc.

El Sistema Vectorial está Orientado a la consulta de la Base de Datos.

- Presentan gran definición para el trazado de cartografía.
- La consulta a la Base de Datos ycálculo de parámetros es altamente interactiva.
- Consumen poco espacio en máquina. Ej: Familia de productos ESRI.

Con relación a los Datos y en función de lo antedicho, para el establecimiento de un Sistema georreferenciado, es necesario disponer de dos componentes básicos, estos son, la *Base de datos geográfica* de referencia – constituida por puntos, líneas y polígonos - y la *Base de datos de atributos* o *Diccionario de Datos* a relacionar con la primera.

La codificación a emplear en cada una de éstas permitirá la interconexión y relación biunívoca entre ambas. Su definición en la primera etapa del trabajo asegura la función

primaria de consulta y respuesta del sistema – estamento primario de todo sistema de bases de datos relacional.

Base de datos geográficos

Organización

En los Sistema vectoriales como los productos de la familia ESRI, la información se encuentra organizada en capas con su correspondiente *Tabla de Atributos*.En los Sistemas Raster la información se encuentra en *Layers,*en forma monotemática, donde cada pixel posee el valor del atributo relacionado, con la variable de representación.

Georreferenciación

Todos los archivos de información espacial en un SIG están referenciados. Esto posibilita la superposición yvinculación dedatos entre sí. La georreferenciación se refiere a la localización de una capa o cobertura en un espacio definido por un sistema referenciado de coordenadas. Esta información es particularmente importante dado que permite a los archivos raster y vector estar relacionados unos con otros de manera confiable.

Generación de la base de datos geográfica.

Se ha utilizado información cartográfica digital provista por parte de los organismos nacionales / provinciales pertinentes. Dada la generalidad del término digital, se describe las características mínimas que el material proceso ha cumplido para su correcta compatibilización. Esto significa que se describe el procesamiento de datos así como la generación de información producto del análisis de datos primarios.

Características consideradas respecto a la información cartográfica digital.

- Similar Escala de elaboración, que asegure la compaginación cartográfica final
- Superficie cubierta – todas las áreas a procesar cuentan con la información mínima indispensables para su procesamiento.
- Información Planimétrica o plani-altimétrica
- Formato informático, (AUTOCAD, ARCINFO/ ARCVIEW etc.)
- La información procesada se encuentra en valores de latitud longitud, o proyectada en algún sistema de coeficientes conocidos

Generación de la base de datos de atributos

Las entidades gráficas mantendrán su interrelación a partir de la elaboración del Diccionario de Datos el cual ha sido definido de acuerdo a las características específicas del Proyecto.
Para poder cumplimentar los requerimientos del Proyecto se ha diagramado la información de manera jerárquica diferenciada por temática, y fuente de origen:

En el Diccionario de datos se especifican las capas mínimas, donde se establece el nombre, definición y topología de cada una de las coberturas a utilizar. Las tablas permiten el ingreso de atributos de las entidades gráficas del sistema. Dado las características del proyecto, se establecerán los límites territoriales del área a partir del área de la imagen de satélite Landsat TM como entidad mayor de referencia geográfica, relacionada con el área de análisis. Figura N° 95.

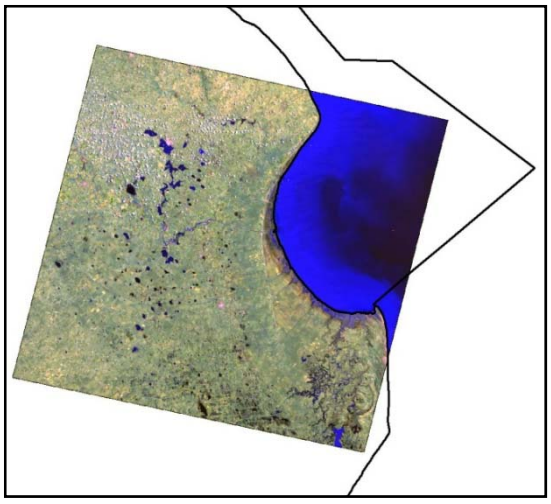


Figura 95
Imagen de satélite Landsat (Path - Row 224-085) de bahía Samborombón.

Para facilitar la incorporación, de más de una fuente provisora de datos, se optó por la independencia de las entidades y el tratamiento por separado de las variables. Cada una de las coberturas identificadas en la Tabla Diccionario de Datos ha sido definida, por número de campo, topología cantidad y tipos de atributos, etc.

Diccionario de Datos

Las alternativas descriptas constituyen el núcleo del Sistema Informático Georreferenciado a desarrollar y que permitirá identificar, verificar, difundir, correlacionar etc., en función del análisis que se quiera desarrollar.

Atendiendo a los principios que enmarcan a la utilización geográfica y con el fin de cumplir con los objetivos primarios del proyecto se ha procedido a la recopilación de información y estructura del DICCIONARIO DE DATOS.

El Diccionario de Datos, especifica las capas temáticas a utilizar, su denominación, la definición y la estructura topológica de cada una. En el diccionario se han incluido identifican distintos grupos de temáticas relacionadas a:

i) Los **Recursos naturales**, donde se diferencian las características del recurso agua, suelo, geología.
ii) Las **variables Climáticas**, a partir de isolíneas de temperatura, lluvias y evaporación.
iii) El **relieve** a partir de datos de curvas de nivel y puntos acotadas
iv) La **Infraestructura**, red caminera, límites administrativos y localización de centros urbanos
v) Áreas protegidas

De identificarse nuevas capas de información las mismas serán anexadas a la tabla que se adjunta y que a la fecha de este informe conforma el Diccionario de Datos del Proyecto.

A fin de garantizar la georreferenciación y correspondiente superposición e interrelación de las capas temáticas se ha seleccionado y utilizado el Sistema de Referencia WGS 84, y la Proyección Gauss Krüger, faja 5.

ID	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCION
1	Parques_nac_gk5.shp	APN	areas naturales protegidas area de estudio y alrededores
2	Sist_federal_areas_prot_gk5.shp	APN	areas naturales protegidas area de estudio y alrededores
3	estac_calidad_aguas_altas_gk5.shp	Volpedo, Schenone y Fernandez Cirelli	estaciones niveles guia para la protecccion de la biota acuatica en Bahia Samborombón
4	estac_calidad_aguas_bajas_gk5.shp	Volpedo, Schenone y Fernandez Cirelli	estaciones niveles guia para la protecccion de la biota acuatica en Bahia Samborombón
5	estac_nutrientes_aguas_altas_gk5.shp	Volpedo, Schenone y Fernandez Cirelli	estaciones niveles guia para la protecccion de la biota acuatica en Bahia Samborombón
6	estac_nutrientes_aguas_bajas_gk5.shp	Volpedo, Schenone y Fernandez Cirelli	estaciones niveles guia para la protecccion de la biota acuatica en Bahia Samborombón
7	pcia_igm_gk5.shp	SsRH	contorno pcia bsas 1:250000
8	ign500_gk5.shp	SsRH	division hojas topo igm 500 argentina que abarcan area de estudio
9	ign250_gk5.shp	SsRH	division hojas topo igm 250 bsas que abarcan area de estudio
10	isotermas02_gk5.shp	SsRH	isotermas área de estudio - Atlas 2002
11	isohietas02_gk5.shp	SsRH	isohietas área de estudio - Atlas 2002
12	path224-85_poli_gk5.shp	SsRH	Contorno de la imagen satelital Landsat Path/Row 224-085 (área de estudio)
13	partidos_gk5.shp	SsRH	partidos area de estudio
14	Muslag_gk5.shp	SIG-250	cuerpos de agua 1:250000 Hoja 3557-III
15	Muspue_gk5.shp	SIG-250	puentes 1:250000 Hoja 3557-III
16	Muspob_gk5.shp	SIG-250	poblacion 1:250000 Hoja 3557-III
17	Muslim_gk5.shp	SIG-250	limite interdepartamental 1:250000 Hoja 3557-III
18	Musffc_gk5.shp	SIG-250	Ferrocarril 1:250000 Hoja 3557-III
19	Muscam_gk5.shp	SIG-250	red vial 1:250000 Hoja 3557-III
20	Musalt_gk5.shp	SIG-250	cotas 1:250000 Hoja 3557-III
21	Musafl_gk5.shp	SIG-250	cursos de agua 1:250000 Hoja 3557-III
22	Lorlag_gk5.shp	SIG-250	cuerpos de agua 1:250000 Hoja 3757-I
23	Lorpue_gk5.shp	SIG-250	puentes 1:250000 Hoja 3757-I
24	Lorpob_gk5.shp	SIG-250	poblacion 1:250000 Hoja 3757-I
25	Lorlim_gk5.shp	SIG-250	limite interdepartamental 1:250000 Hoja 3757-I
26	Lorffc_gk5.shp	SIG-250	Ferrocarril 1:250000 Hoja 3757-I
27	Lorcam_gk5shp	SIG-250	red vial 1:250000 Hoja 3757-I
28	Loralt_gk5.shp	SIG-250	cotas 1:250000 Hoja 3757-I
29	Lorafl_gk5.shp	SIG-250	cursos de agua 1:250000 Hoja 3757-I
30	Ajolag_gk5.shp	SIG-250	cuerpos de agua 1:250000 Hoja 3557-II
31	Lorpue_gk5.shp	SIG-250	puentes 1:250000 Hoja 3557-II
32	Lorpob_gk5.shp	SIG-250	poblacion 1:250000 Hoja 3557-II
33	Lorlim_gk5.shp	SIG-250	limite interdepartamental 1:250000 Hoja 3557-II
34	Lorffc_gk5.shp	SIG-250	Ferrocarril 1:250000 Hoja 3557-II
35	Lorcam_gk5.shp	SIG-250	red vial 1:250000 Hoja 3557-II
36	Loralt_gk5.shp	SIG-250	cotas 1:250000 Hoja 3557-II
37	Lorafl_gk5.shp	SIG-250	cursos de agua 1:250000 Hoja 3557-II
38	3757-ig.jpg	SIG-250	carta de imagen Hoja 3757-I
39	3557-iiig.jpg	SIG-250	carta de imagen Hoja 3557-III
40	3757-iig.jpg	SIG-250	carta de imagen Hoja 3557-II
41	3757-i_gk5.jpg	SIG-250	carta de imagen Hoja 3757-I
42	3557-iii_gk5.jpg	SIG-250	carta de imagen Hoja 3557-III
43	3757-ii_gk5.jpg	SIG-250	carta de imagen Hoja 3557-II
44	aica2_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
45	aica_sambo_julio2010_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
46	campos_de_tuyu_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
47	canales_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
48	isobatas-samborombón_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
49	canales_2,5km_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
50	localidades_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
51	plano_samborombon_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
52	r_mun_punta_rasa_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
53	r_o_d_provincial_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
54	r_o_d_provincial_ii_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
55	refugio_vida_silvestre_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
56	rincon_de_ajo_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
57	rni_provincial_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
58	sitio_ramsar_gk5.shp	INTA Balcarce	extensiòn espacial limitada al "area de estudio"
59	parcelas_reunion_gk5.shp	FVSA	parcelas pcia bsas
60	parcelas_rurales_reunion_gk5.shp	FVSA	parcelas pcia bsas
61	subparcelas_gk5.shp	FVSA	parcelas pcia bsas
62	isotermas_gk5.shp	Generadas a partir de la digitalización/georreferencia	Isotermas Bahía Samborombón 17 a 19 ºC (cada 0,5ºC), mar.
63	isobatas_cartanautica_gk5.shp	Generadas a partir de la digitalización/georreferencia	Isobatas 3, 5 y 10 m. Bahia de Samborombón (mar)
64	costa_cartanautica_gk5.shp	Generadas a partir de la digitalización/georreferencia	Línea de costa de la Bahia de Samborombón
65	srtm_dem.grid	SRTM	Modelo Digital de Elevaciones del área de estudio
66	224-085_22-11-2001_gk.img	CONAE	Imagen LANDSAT 224/085 del 22-nov-01. RGB 752
67	224-085_feb06.img	INPE	Imagen LANDSAT 224/085 del 05-feb-06. 6 bandas
68	geologia_gk5.tif	Mapa analógico de Unidades Geológicas de la Bahía d	Unidades geológicas de la Bahía de Samborombón.
69	geomorfologia_gk5.tif	Mapa analógico de Unidades Geomorfológicas de la I	Unidades geomorfológicas de la Bahía de Samborombón.
70	geomorfologia_gk5.shp	Generada a partir de la digitalización de mapa geomo	Unidades geomorfológicas de la Bahía de Samborombón.
71	geologia_gk5.shp	Generada a partir de la digitalización de mapa geológ	Unidades geológicas de la Bahía de Samborombón.
72	app_ecoregpampa_gk5.shp	SAyDS	Areas protegidas área de estudio y alrededores
73	shn_gk5.tif	SHN	Digitalización de carta náutica Bahía Samborombón, SHN, 1969
74	geo_isotermas-medias_2003_2010.img	Dragani	JPG de imagen MODIS clasificada area Samborombón. Dragani
75	veget.grid	INTA Balcarce	Comunidades vegetales area Samborombón
76	Suelos_gk5.shp	INTA	Suelos area de estudio

SIGLAS

SIG-250: Información elaborada por Instituto Geográfico militar

Atlas SSRH Atlas de los Recursos Hídricos Superficiales de la Republica Argentina Subsecretaria de Recursos Hídricos – Instituto Nacional de Agua del Agua, XX Congreso Nacional del Agua - Carlos Paz, Provincia de Córdoba, 2002.

Atlas INTA, Atlas de Suelos de la República Argentina INTA, 1995.

Fuentes de Información

Información Cartográfica

Dada la componente geográfica de los SIG, resulta de primordial valor la identificación y existencia de información cartográfica. Si bien en la actualidad existe cartografía en formato digital, se ha recopilado a su vez aquella, de más antigua data que aún se encuentra en soporte papel.

Información Cartográfica Analógica

El Instituto Geográfico Nacional proporciona la siguiente información:

Denominación Hoja	Número característico	Escala	Formato
Chascomús	3557-III	1:250.000	Digital
Dolores	3757-I	1:250.000	Digital
Mar de Ajó	3757-II	1:250.000	Digital

Información Cartográfica digital

En los últimos años numerosos organismos han llevado adelante la digitalización, conversión analógica digital, de la información cartográfica. Organismos como el Instituto Geográfico Nacional, IGN, la Subsecretaría de Recursos Hídricos, SSRH, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, el Servicio Geológico y Minero, SEGEMAR, el Instituto de Estadística y Censo, INDEC, cuentan entre sus misiones generar base de datos en estructuradas en SIG orientados a la temática de la dependencia.

De estas Instituciones se ha obtenido la siguiente información de base:
SIG-250.

Elaborado por el Instituto Geográfico Militar, este producto consiste en un Sistema de Información Geográfica, con una estructura de datos gráficos representados por puntos, arcos y polígonos con sus bases de datos asociadas, conteniendo los atributos propios de la interpretación de los elementos plani-altimétricos de la cartografía de base. Ha sido elaborado a partir de la cartografía a escala 1:250.000 respetándose la nomenclatura IGM, y se compone por 222 hojas que abarcan la totalidad del territorio nacional. Este producto es entregado en coordenadas geodésicas y en formato de ArcInfo nativo con su

correspondiente estructura de directorios y subdirectorios adjunta. La información del SIG-250 está conformada por las siguientes capas temáticas: Cursos de agua, Accidentes geográficos particulares, Puntos geográficos destacados, Caminos, Ferrocarriles, Cuerpos de agua, Límites, Actividades humanas, Puentes y Curvas de Nivel.

Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina

Este producto, elaborado en forma conjunta por la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) y el Instituto Nacional del Agua (INA), conforma un Sistema de Información Geográfica (SIG) de los Recursos Hídricos Superficiales del Territorio Argentino y consta de una estructura de datos geográficos con sus correspondientes bases de atributos.
La base cartográfica del Atlas deriva de la digitalización de la información a escala 1:500.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM), habiéndose actualizado la información referida a los diques y embalses con respecto a la documentación de referencia. El Atlas ha sido aprobado por el IGM según Expediente GG 02 1343/5. El mismo está conformado por las siguientes capas temáticas: División Política Provincial, Cuencas y Regiones Hídricas, Ríos Permanentes, Ríos Transitorios, Canales, Islas, Lagunas Permanentes, Lagunas Transitorias, Lagos, Embalses, Bañados, Esteros, Glaciares, Salinas, Isotermas medias anuales, Isohietas medias anuales, Curvas de Evapotranspiración media anual, Puntos de cruce de paralelos y meridianos, Ubicación de imágenes LANDSAT, Ubicación de cartas IGM a escala 1:500.000 y Estaciones de la Red Hidrológica Nacional – SSRH.
Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina- Versión 2010
Publicado en el año 2010 en formato DVD, esta base de datos constituye un Sistema de Información Geográfica de los recursos hídricos superficiales de los territorios provinciales. Estos mapas fueron elaborados utilizando ArcGIS Desktop y ArcGIS Server, integrando datos geográficos provenientes de distintas fuentes. La escala de base utilizada para la confección de los mapas es 1:250.000, y las fuentes de origen de los datos espaciales representados son las siguientes:

- SIG-250: Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Imágenes satelitales Landsat: Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).
- Shuttle Radar Topography Mission – SRTM: Nacional Aeronautics & Space Administration (NASA).

El producto web se compone de 24 mapas de tipo WMS (Web Map Service) para el despliegue, visualización y consulta de datos georreferenciados de cada territorio provincial: cuencas y regiones hídricas, ríos, cuerpos de agua, poblaciones, vías de comunicación, imágenes de satélite, cartografía de base y modelo digital de terreno.

Cada uno de mapas ha sido validado por el organismo provincial con competencia en la temática hídrica, y aprobado por el IGN (Giraut y Scuka, 2012).

Atlas de Suelos de la República Argentina

Material de Suelos de la República Argentina en formato digital a Escala 1:500.000 y 1:1.000.000, realizado por Aeroterra S.A. y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA.

b. Información satelital

Imágenes

Otra fuente de información utilizada en los SIG es la proveniente de los Sensores Remotos. Entendiendo por esto denominación la información derivada de algún instrumento capaz de registrar la energía emitida o reflejada de la superficie terrestre. Solo se han seleccionado escenas del satélite Landsat.

Programa LANDSAT

Del programa LANDSAT se ha seleccionado dos escenas para el presente análisis, con cobertura hídrica diferencial. Figura N°96.

- **A. Satélite Landsat 5:** Fecha de captura de imagen: 05-feb-2006
- **B. Satélite Landsat 7:** Fecha de captura de imagen: 22-nov-2001

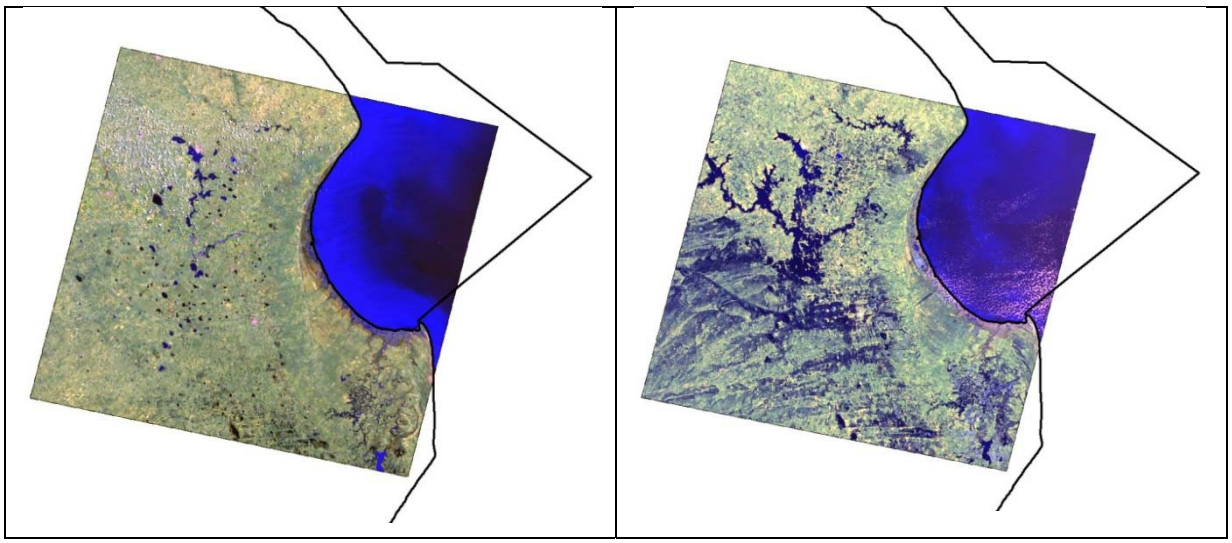


Figura 96
Imágenes de satélite procesadas

A. Situación de Aguas bajas, B. Situación de aguas altas

La imagen ETM fue obtenida del Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina – Versión 2010. (SSRH), en tanto que la TM fue obtenida del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais de Brasil, www.inpe.br

Modelo Digital de Elevaciones SRTM

A fin de identificar la altimetría de la región se cuenta con la información derivada del Instituto Geográfico Nacional, pero a esta puede sumársele los valores altimétricos derivados del Modelo de elevación derivado de la misión radar, conocida como SRTM.

La Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) fue un proyecto internacional conjunto entre la National Imagery and Mapping Agency (NIMA), la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y las Agencias Espaciales de Alemania (DLR) e Italia (ASI).

El mismo tuvo como objetivo la obtención de datos digitales topográficos del área situada entre los 60° Norte y los 56° Sur de la Tierra, mediante el uso de una técnica llamada interferometría radar, en la cual dos imágenes radar de un mismo sitio son tomadas desde dos posiciones diferentes. Por medio del procesamiento de la información altimétrica captada por ambas antenas, se generó un modelo digital de elevación de la superficie terrestre, siendo la NASA y el USGS (United States Geological Survey) los organismos responsables del procesamiento y publicación, respectivamente, de la información recolectada en esta misión. A partir de 2003 se pusieron a disposición del público los datos para América del Sur, con una resolución de 3 segundos de arco (aprox. 90 metros) de tamaño de grilla.

La región comprendida bajo el área de la hoja topográfica a escala 1:500.000 para el sector argentino se encuentra representado en el anexo a5 - imágenes de satélite comprende 5 Azulejos rectangulares de 1 grado de arco de extensión y 90 m de resolución espacial, Figura N° 97.

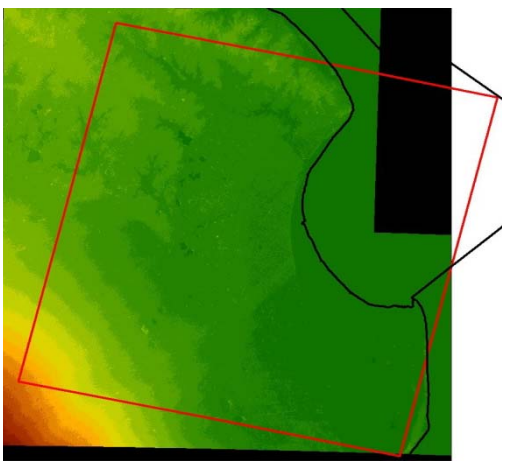


Figura 97

c. Otros

Bajo esta denominación hemos agrupado a un conjunto de documentos cartográficos ya que han sido procesados e incorporados al Sistema a fin de de ser incorporados al análisis. Un tratamiento similar se llevó a cabo para la incorporación de información tabular proveniente de datos de calidad obtenidos de estaciones de medición.

Mapa Geológico y Geomorfológico

Estos documentos se obtuvieron en formato tiff. Ambos fueron georreferenciados y posteriormente se digitalizaron las unidades a fin de obtener la información en formato vectorial. Figura N° 98.

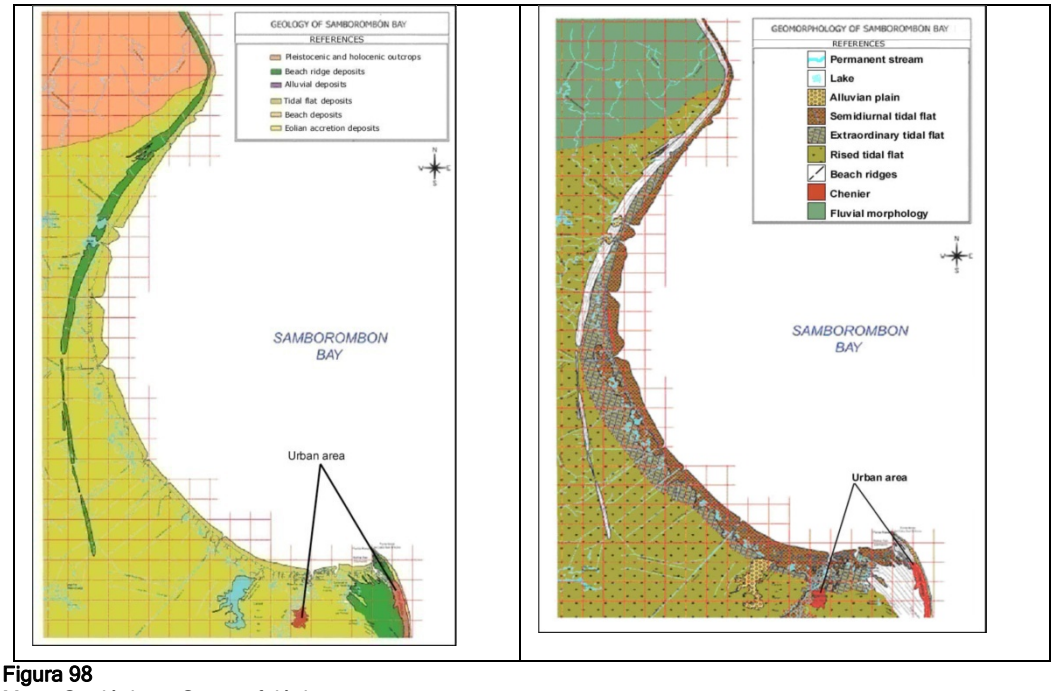


Figura 98
Mapa Geológico y Geomorfológico

Carta Náutica del Servicio de Hidrografía Naval

Obtenido en formato JPEG, fue georreferenciados y posteriormente se digitalizaron las unidades a fin de obtener la información en formato vectorial., Figura N°99.

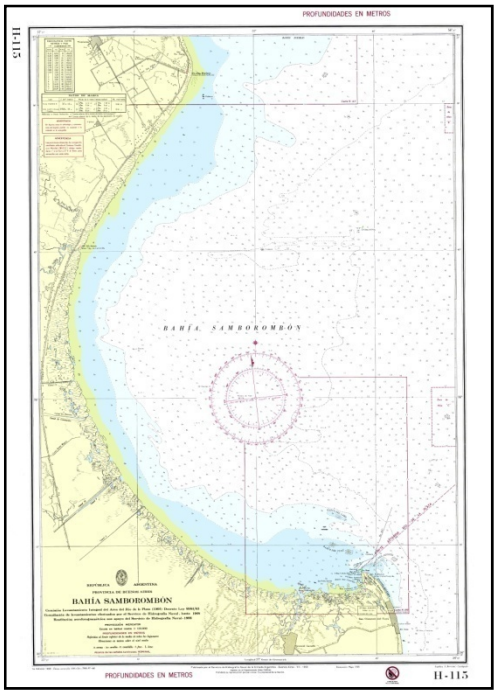


Figura 99
Carta Náutica del Servicio de Hidrografía Naval

Mapa de isotermas

Obtenido en formato JPEG, fue georreferenciados y posteriormente se digitalizaron las unidades a fin de obtener la información en formato vectorial, Figura N°100.

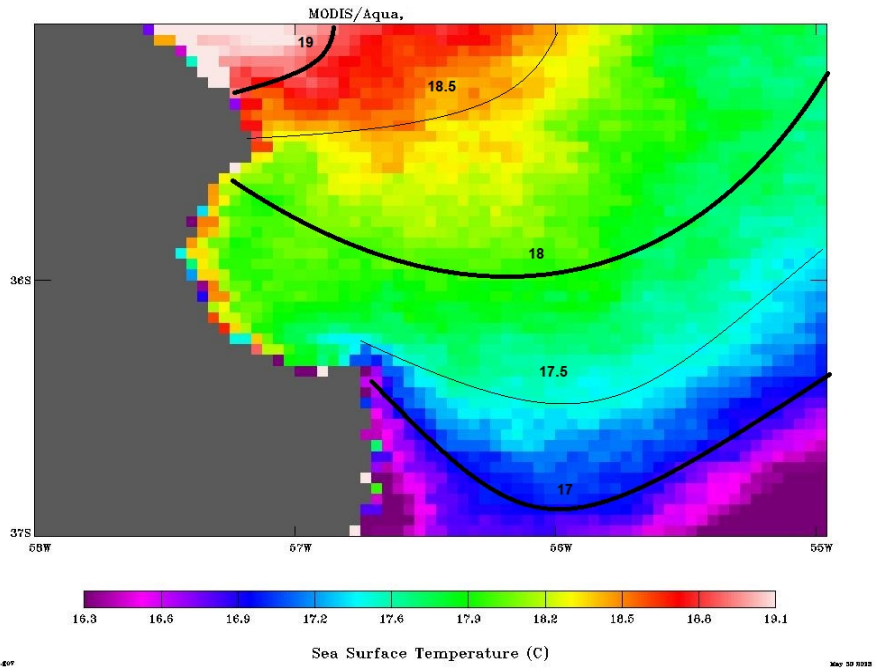


Figura 100
Mapa de isotermas

Mapa de comunidades vegetales

Obtenido en formato JPEG, fue georreferenciados y posteriormente se digitalizaron las unidades a fin de obtener la información en formato vectorial, Figura N°101

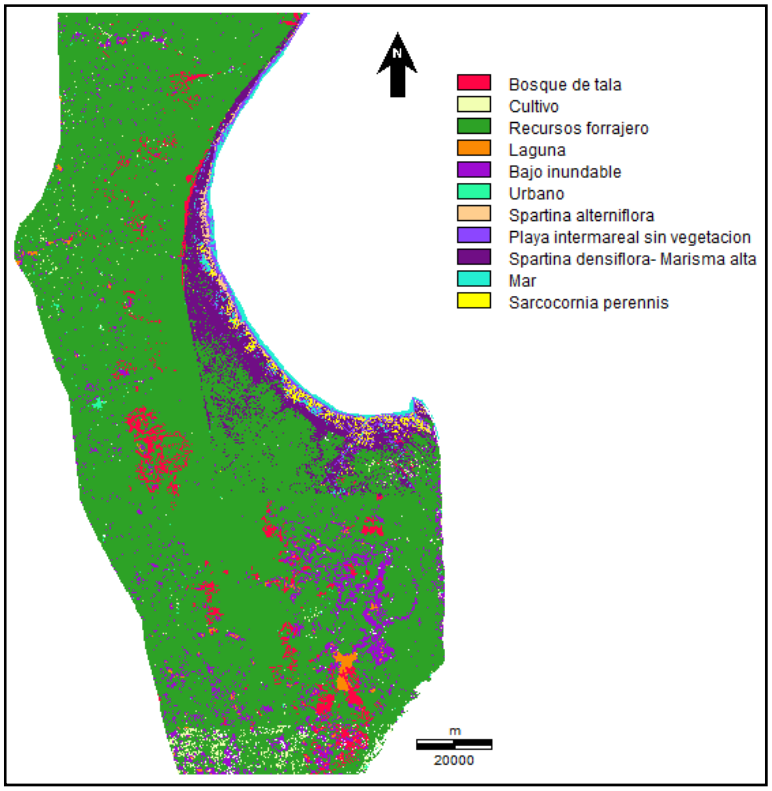


Figura 101
Mapa de comunidades vegetales

Parámetros de calidad de agua para *aguas bajas*.

Se generaron las capas de puntos de medición y posteriormente se incorporaron los valores de calidad de agua proveniente de las tablas asociadas, Figura N°102.

	Low Water							
Stations	**As**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Mn**	**Ni**	**Pb**	**Zn**
Salado River	<12	6.4 ± 0.9	8.3 ±1.4	45.7 1± 3.4	184.19 ± 13.2	9.7 ± 3.4	150.8 ± 11.1	155.8 ± 18.4
Channel Lower Salado	<12	2.2 ±1.1	7.7 ± 1.7	44.6 ± 4.7	112.88 ± 8.1	12.4 ± 3.7	123.5 ± 9.1	156.9 ± 14.2
Channel 15	67.8 ± 11.1	<2	<4	37.4 ± 3.3	308.9 ± 21.3	7.5 ± 3.4	16.7 ± 8.6	122.8 ± 11.9
Channel 9	21.7 ± 8.9	<2	<4	21.8 ± 4.6	137.4 ± 8.9	2.5 ± 0.1	56.2 ±5.9	88.4 ± 8.9
Channel A	24.5 ± 9	<2	<4	16 ± 3.1	195.84 ±14.1	2.5 ± 0.1	51 ± 5.8	85.4±6.4
Channel 1	49 ± 11.8	<2	<4	15.5 ± 3.7	210 ± 11.1	2.5 ± 0.1	89.7± 7.1	79.1± 6.8
Channel 2	<12	<2	<4	19.1 ± 3	178.7 ± 11.8	2.5 ± 0.1	107± 8.1	79.7 ± 8.8
Puesta de Sol	<12	<2	<4	24.9 ± 3.6	291.6 ± 20	9 ± 4.6	111.8±8.4	92.3 ± 9.2
Punta Rasa	<12	9 ± 1.8	5.3 ± 1.1	5.12 ± 0.69	56.65 ± 4	2.59 ± 0.4	90.48±7.57	23.46 ± 2.5
Las compuertas	<12	<2	<4	28.4 ± 4	56 ± 3.2	2.5 ± 0.1	265.4 ± 20.3	80.5 ± 7.2
GLPAB	<15	<5	<2.5	<6.6	<800	<18	<19.5	<8.6

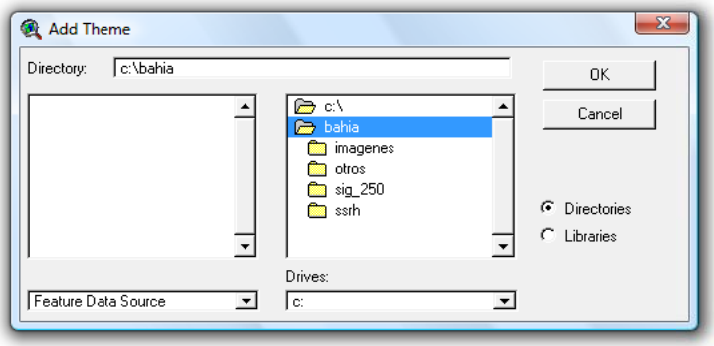
Figura 102

Estructura del SIG de la Bahía Samborombón y su zona de influencia.

A partir de la información que se ha presentado en el diccionario de datos, se ha estructurado el SIG del área de interés, cuya presentación se realiza en formato digital en CD.

La información a distribuir en formato digital y analógica, se ha estructurado en un CD dentro de una carpeta denominada Bahía, que incluye un conjunto de sub-carpetas principales y archivos de despliegue de extensión **apr**, que posibilitará el acceso a la información, utilizando el software ArcVIEW™ , con la extensión Image Anlyst™, 3d Analyst ™y Spatial Analyst™ activas.

La información del CD contiene la siguiente estructura de datos
Una carpeta principal denominada
Bahia



En la carpeta BAHIA se encuentran 11 subcarpetas con datos en formato nativo descriptos a ser incorporados al SIG. Igualmente se ha generado un arreglo de capas, de manera ilustrativa, ya que cada analista identificará las capas necesarias para cada caso en particular.

1. El despliegue del archivo "*comu_veg.apr*", presenta por capas la información referida a la cartografía de comunidades vegetales, junto a una de las imágenes de satélite, Figura N° 103.

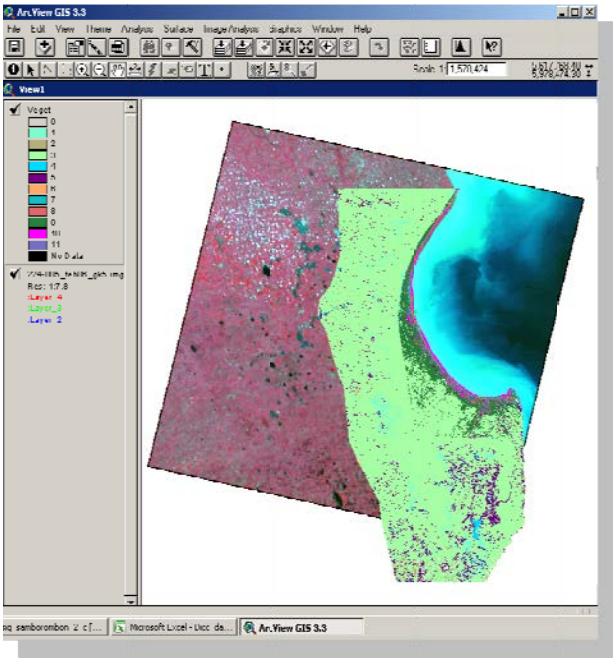


Figura 103

comu_veg.apr.

2. El despliegue del archivo *shn.apr* presenta el producto de la georreferenciación de la hoja del SHN, y el de la digitalización sobre ella de la línea costera y de las isobatas, junto a los límites de la imagen de satélite y el límite de costa obtenido del SIG-250 IGN, Figura Nº 104.

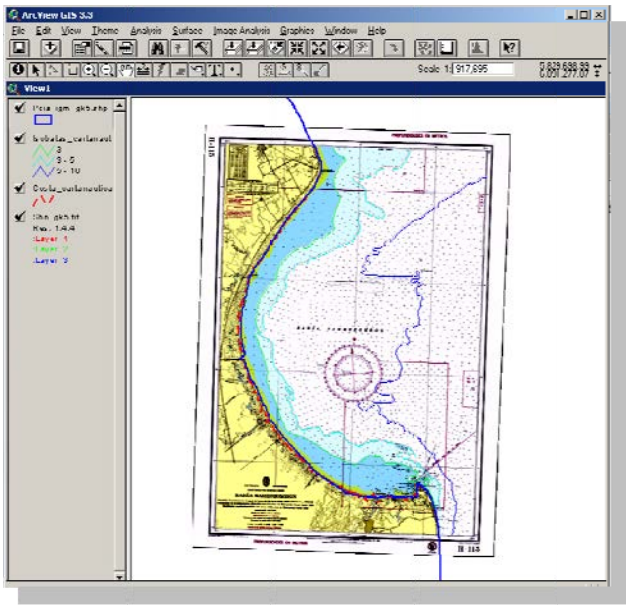


Figura 104
shn.apr

3. El despliegue del archivo *auxiliar.apr* presenta por capas información obtenida tanto del Atlas Digital de los Recursos Hídricos de la República Argentina (año 2002), como del Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas, versión 2010, Figura Nº 105.

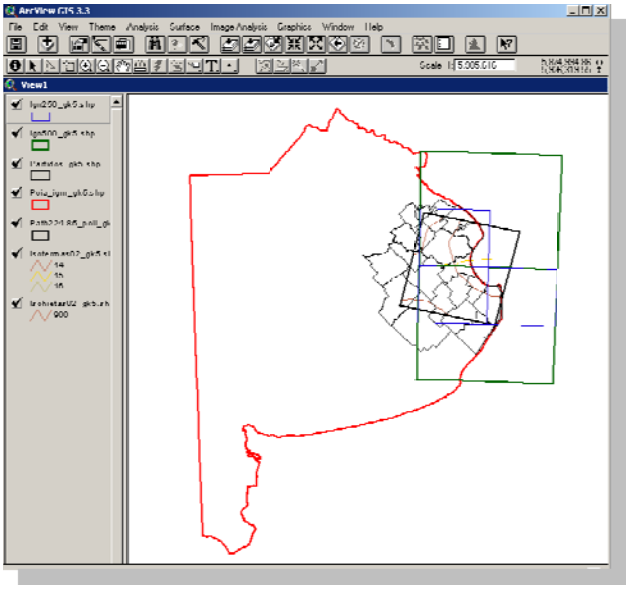


Figura 105
Despliegue de *auxiliar.apr*.

4. El despliegue del archivo *geolo.apr* presenta el producto de la georreferenciación de la cartografía analógica referida a unidades geológicas y geomorfológicas, y las capas vectoriales generadas mediante la digitalización de aquéllas; junto al límite provincial, Figura N°106.

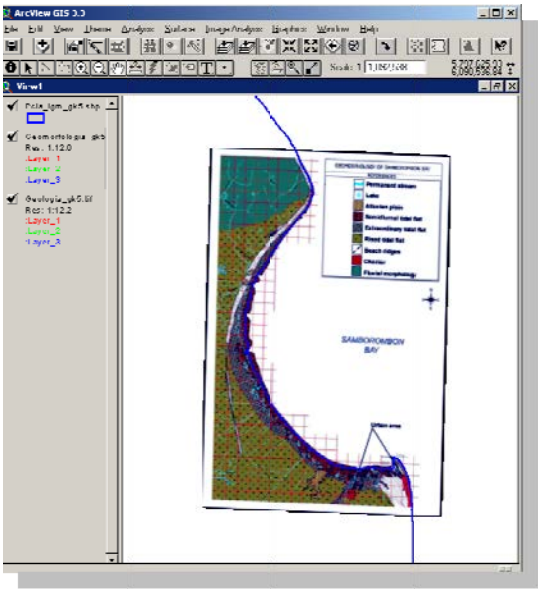


Figura 106
Despliegue de *geolo.apr*.

5. El despliegue del archivo *estaciones.apr* presenta en 4 vistas las estaciones de medición de la calidad del agua y de nutrientes, en aguas altas y bajas, Figura N° 107.

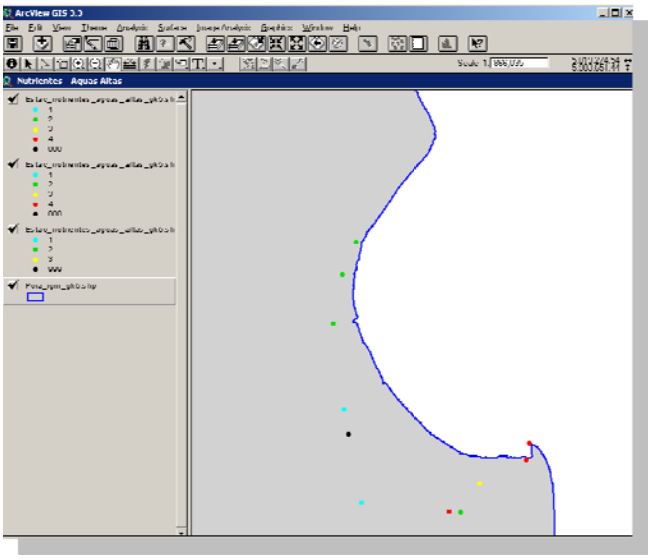


Figura 107
Despliegue de *estaciones.apr*.

6. El despliegue del archivo *temp_mar.apr* presenta las isotermas del área marina de la Bahía Samborombón, Figura N° 108.

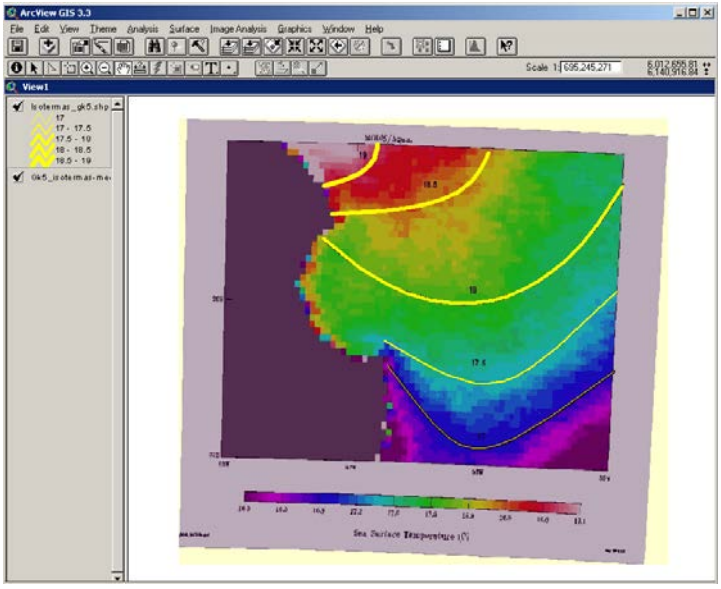


Figura 108
Despliegue de *temp_mar.apr*.

7. El despliegue del archivo *fvsa.apr* presenta en capas información asociada a parcelas y subparcelas para el área de la imagen satelital, junto con el límite provincial, Figura N° 109.

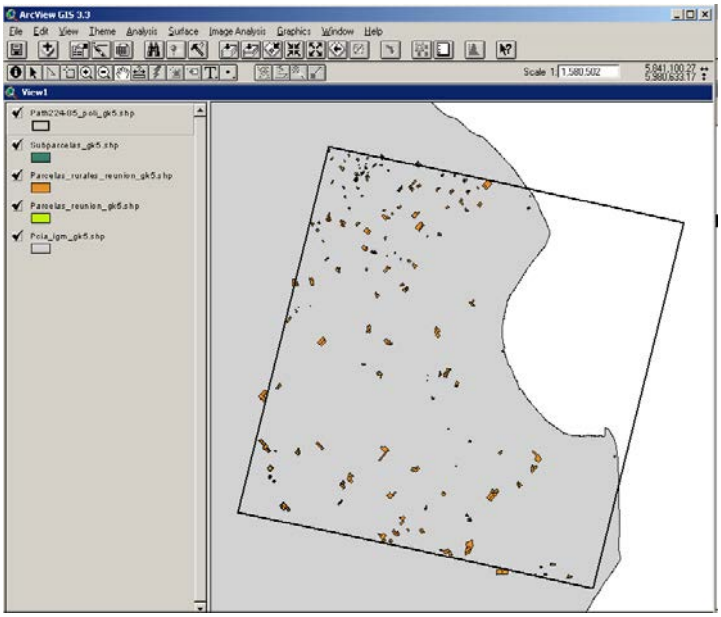


Figura 109
Despliegue de *fvsa.apr*.

8. El despliegue del archivo *apn.apr* presenta en capas información procedente de Administración de Parques Nacionales para el área de la Bahía Samborombón y alrededores, Figura N°110.

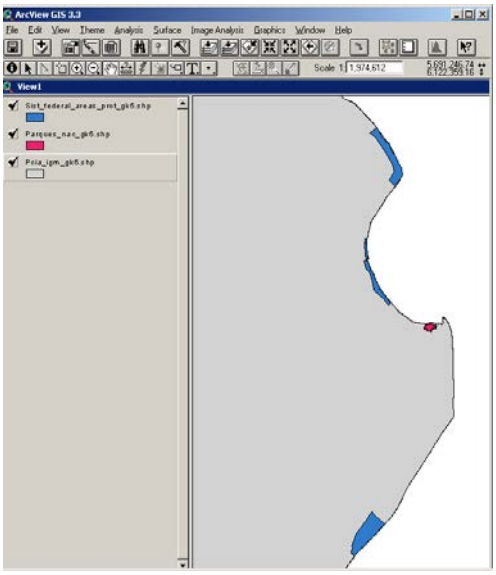


Figura 110
Despliegue de *apn.apr*.

9. El despliegue del archivo *sig250.apr* presenta en capas toda la información planialtimátrica del SIG-250 (IGN) correspondiente a las 3 Hojas Digitales que abarcan el área de la imagen satelital, Figura N°111.

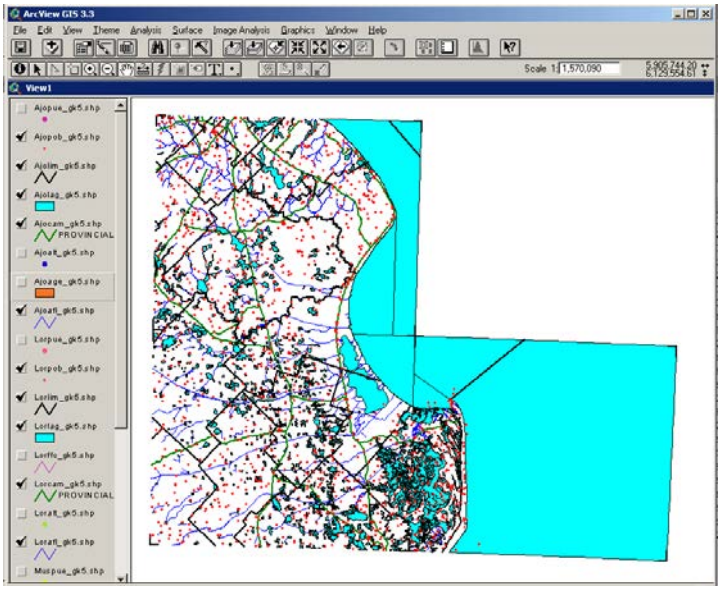


Figura 111
Despliegue de *sig-250.apr*.

10. El despliegue del archivo *suelos.apr* presenta en capas la información procedente del Atlas de Suelos de INTA, clasificada según Orden. correspondiente al área de la imagen satelital, junto al límite de la misma Figura N°112.

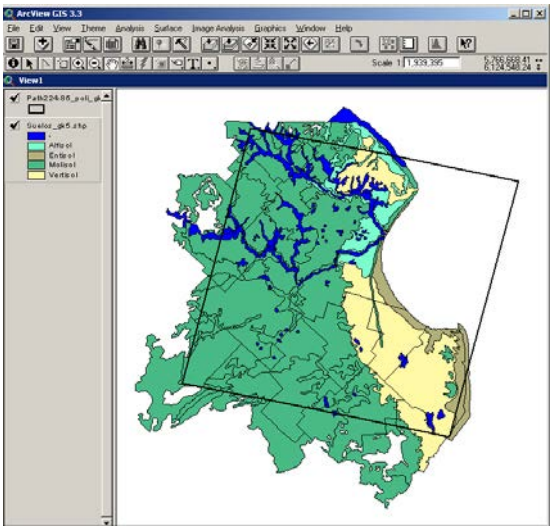


Figura 112
Despliegue de *suelos.apr*.

11. El despliegue del archivo *sayds.apr* presenta la información procedente de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable para el área de estudio y alrededores referente a áreas protegidas, Figura N°113.

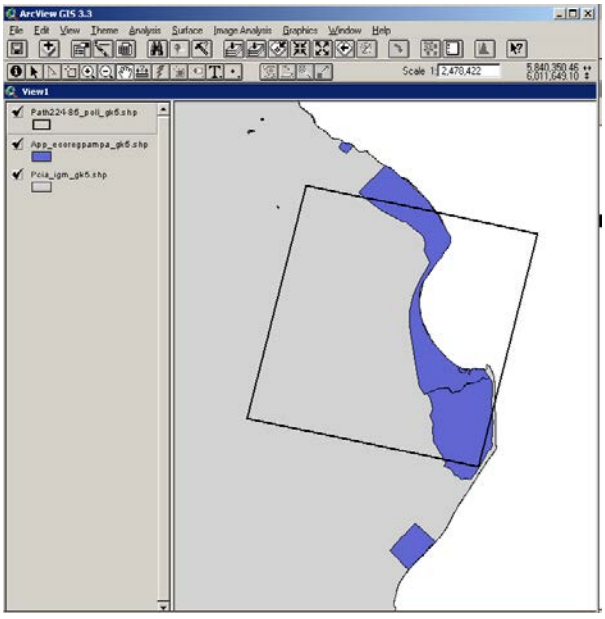


Figura 113
Despliegue de *sayds.apr*.

12. El despliegue del archivo *balcarce.apr* presenta la información procedente de INTA Balcarce para el área de estudio y alrededores referente a temáticas diversas, Figura N°114.

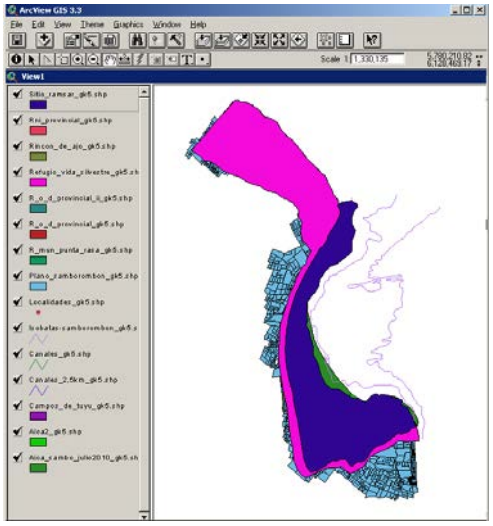


Figura 114
Despliegue de *sayds.apr*.

13. El despliegue del archivo *satelite.apr* presenta productos satelitales correspondientes a 2 imágenes Landsat y el MDE SRTM del área abarcada por aquéllas, Figura N°115.

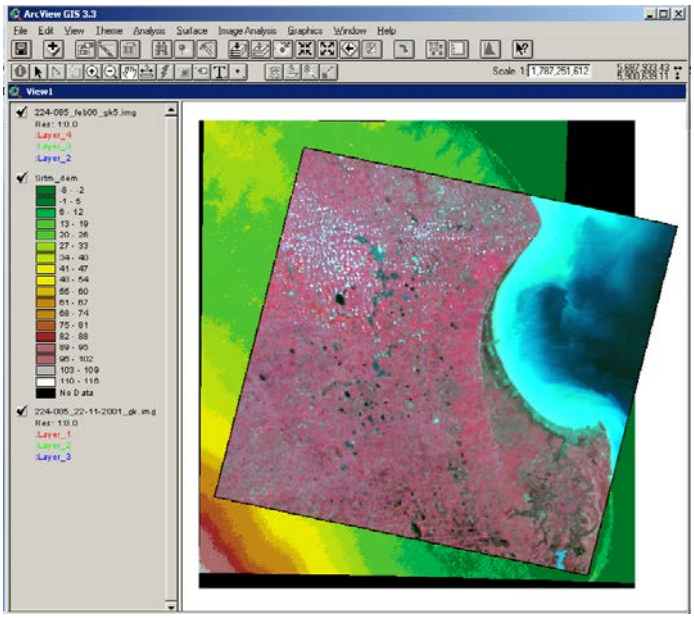


Figura 115
Despliegue de *satelite.apr*.

La estructura de la información es sólo a los efectos de la presentación, pudiendo cada usuario a voluntad, interrelacionar, agregar u ocultar información de acuerdo a las necesidades propias.

Software de despliegue y análisis

Se ha seleccionado para el procesamiento y despliegue de la información contenida el Software ArcView 3.x de la familia de productos ESRI™.

El software permite no sólo el despliegue de la información suministrada, sino también, la ejecución de un importante número de funciones de procesamiento, cuyo detalle se explicitan en el manual respectivo.

Consideraciones Finales

A partir de la interrelación de la información recopilada, se ha confeccionado el SIG *Bahía Samborombón y su zona de influencia.*

El trabajo se realizó en gabinete y el equipamiento informático utilizado para el procesamiento de la información se compone de plataformas PC bajo ambiente Windows, con módulos de sistemas de información geográfica de la familia de productos ESRI: ArcInfo, ArcView y sus extensiones Image Analyst, 3D Analyst y Spatial Analyst activas.

La realización del trabajo requirió una fuerte componente informática relacionada con: i) la compatibilización de archivos vectoriales; y ii) la integración y elaboración de productos cartográficos provinciales y locales.

Entre las actividades llevadas adelante se destacan:
1. Geoprocesamiento de la información provista por el SIG-250 y el Atlas digital de los Recursos Hídricos.
2. Integración de la información de varias fuentes de información y que se describen en el Diccionario de Datos.

El carácter dinámico de la temática, sumado a los adelantos tecnológicos en lo relativo a la cartografía asistida por computadora, hace que esta presentación no constituya una tarea culminada sino punto de partida del ordenamiento territorial de un espacio geográfico de alta fragilidad ambiental. Esta etapa ha puesto de manifiesto la información que ha podido recopilarse y estructurarse, e identificado los vacíos de información existentes, para proporcionar a las autoridades pertinentes, y que seguramente con el tiempo irán siendo completados.

Antecedentes Bibliográficos

- Benedetti, J. C.

Los Sistemas de Información Geográfica en el Instituto Geográfico Militar, En: Xº Congreso Nacional de Cartografía y VIIº Semana Nacional de Cartografía, Contribuciones Científicas, IGM, junio de 2000, Buenos Aires.

- Environmental System Research Institute, Inc, ESRI

Arc View Spatial Analyst, Advanced Spatial Analysis using Raster and

- Giraut M.,Scuka, F.

Experiencia de la Subsecretaría de Recursos Hídricos en la publicación de Servicios de Mapas Conferencia latinoamericana de usuarios ESRI 4-5 de octubre de 2012 Buenos Aires, Argentina.

- Giraut M.,Aguglino R., Lupano C., Bozzarelo E., Cornejo J., Rey C.

Regiones Hídricas Superficiales de la Provincia de Buenos Aires – Actualización cartográfica digital. Congreso de la Asociación Española de Teledetección - Mar del plata. Argentina. 19 - 21 de septiembre de 2007, 593 – 599 pp.

- Giraut M.

Sistemas de Información - cd. Maestría en gestión del agua - 2004

- Gutiérrez Puebla J.,Gould M.

SIG. Sistemas de Información Geográfica. Colección Espacios y Sociedades Serie General N°2, Ed. Síntesis, 1994Madrid.

- INTA – AEROTERRA S. A.

Atlas de Suelos de la República Argentina, 1995, Buenos Aires, CD-Rom.

- SsRH- INA

Atlas Digital de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina - Versión 2010

- SsRH- INA,

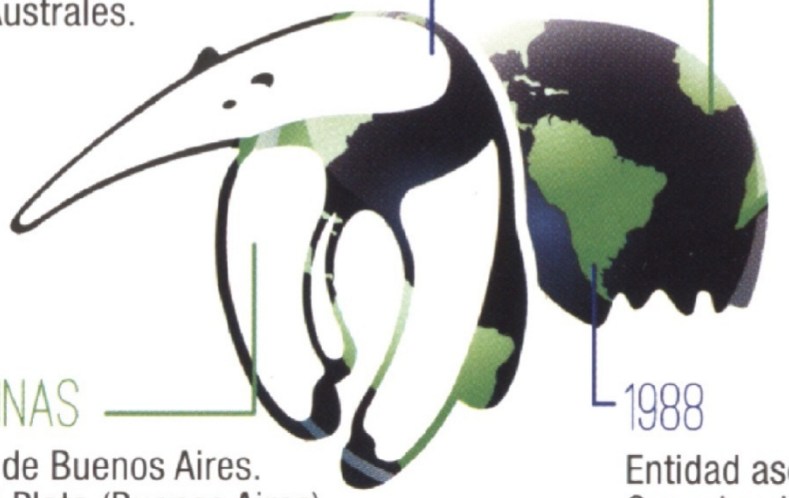
Atlas Digital de los recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina, 2002, Buenos Aires, CD-Rom.

5 ECORREGIONES PRIORITARIAS

Gran Chaco, Selva Paranaense, Pastizales, Mares y Costas, Antártida y Océanos Australes.

+30 AÑOS

por un planeta vivo.



3 OFICINAS

Ciudad de Buenos Aires.
Mar del Plata (Buenos Aires).
Puerto Iguazú (Misiones).

1988

Entidad asociada a la Organización Mundial de Conservación desde 1988.

WWF

Capital Federal I Buenos Aires
Defensa 251, 6º piso "K", (C1065AAC)
Buenos Aires, Argentina
Tel. / Fax: +54.11.4331.3631/4343.4086
info@vidasilvestre.com.ar

Mar del Plata I Buenos Aires
Córdoba 2920, 4º piso "B", (B7602CAD)
Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
Tel.: +54.223.494.1877
mardelplata@vidasilvestre.org.ar

Puerto Iguazú I Misiones
Jangaderos Nº 17 (N3370EAA)
Puerto Iguazú, Misiones, Argentina
Tel. / Fax: +54.3757.42.2370
misiones@vidasilvestre.org.ar

FUNDACIÓN
VIDA SILVESTRE
ARGENTINA