

# Programa estratégico de investigación y monitoreo a largo plazo del golfo San Jorge

10 diciembre 2014

## Tabla de Contenidos

Resumen Ejecutivo .....	2
1. Introducción.....	4
2. Fundamentación: Relevancia del golfo San Jorge .....	5
3. Objetivo general .....	6
4. Líneas temáticas estratégicas .....	7
4.1 Oceanografía física, química y biológica.....	7
4.2 Geología y geofísica marina .....	9
4.3 Oceanografía pesquera .....	11
4.4 Estructura y funcionamiento del ecosistema: componentes, tramas tróficas y dinámica.....	13
4.5 Contaminación e impacto de la exploración y explotación petrolera offshore .....	14
4.6 Impactos ecológicos de la pesca .....	15
4.7 Introducción de especies exóticas marinas y costeras.....	17
4.8 Conservación de la biodiversidad .....	18
4.9 Valoración económica del golfo San Jorge .....	19
5. Componentes del programa .....	20
6. Plan de campañas oceanográficas para 2015 .....	23
6.1 Campañas offshore .....	23
6.2 Campaña costera .....	24
7. Bases de datos y colecciones.....	24
7.1 Criterios para el uso de la información.....	24
7.2 Implementación .....	25
8. Productos .....	26
8.1 Capacitación de recursos humanos.....	26
8.2 Desarrollos tecnológicos.....	26
8.3 Transferencia para la gestión y al sector privado .....	27
9. Equipamiento, infraestructura y recursos humanos .....	27
9.1 Buques de investigación.....	27
9.2 Equipamiento científico.....	28
9.3 Formación de recursos humanos.....	28
9.4 Plataformas de monitoreo continuo de variables ambientales.....	29
9.5 Innovación tecnológica .....	30
10. Formación de un Comité Técnico .....	30
11. Fuentes de financiación y administración .....	30
Agradecimientos .....	31
Referencias.....	31
Anexos.....	37
Anexo 1. Integrantes del Grupo de Trabajo .....	37
Anexo 2. Investigadores e instituciones que colaboraron.....	39
Anexo 3. Equipamiento necesario para muestreo en el mar .....	41

## Resumen Ejecutivo

El golfo San Jorge (GSJ) fue identificado como una de las regiones de interés prioritario dentro de la Iniciativa Pampa Azul en razón de su alta productividad y biodiversidad, y el valor y complejidad de los servicios que su ecosistema marino brinda a la sociedad. Esta región es una de las más productivas y con mayor biodiversidad del Mar Argentino, con áreas protegidas destinadas a la conservación de esa biodiversidad y con un alto potencial para el desarrollo turístico recreativo. Al mismo tiempo, se encuentra sujeta a una serie de presiones relacionadas con la explotación de sus recursos pesqueros y petroleros, con consecuentes riesgos de sobre-explotación y contaminación. La compatibilización de esta diversidad de usos y servicios, y su sustentabilidad en un escenario de cambio global, requieren de un manejo integrado basado en un enfoque ecosistémico. El carácter interjurisdiccional del GSJ (es compartido por dos provincias y sus recursos más importantes se distribuyen también en aguas nacionales) y el gran número de instituciones involucradas en su estudio y gestión generan interesantes desafíos en materia de políticas de investigación y manejo de los recursos marinos.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva constituyó un grupo de trabajo (Anexo 1) con la misión de coordinar el diseño de un programa de investigación y monitoreo a largo plazo del GSJ (en adelante, Programa GSJ), focalizado en el estudio integrado de su ecosistema marino y de los impactos de las actividades antrópicas y del cambio climático sobre el mismo. El objetivo general del Programa es dar soporte técnico al manejo de las actividades que se desarrollan en el GSJ desde una perspectiva ecosistémica. Para esto se requiere:

- 1) Incrementar el conocimiento de la oceanografía incluyendo sus diferentes disciplinas (física, química, biológica y geológica).
- 2) Mejorar el conocimiento de la estructura y funcionamiento del ecosistema marino, y de los procesos que determinan su productividad y biodiversidad con un enfoque integral y multidisciplinario.
- 3) Evaluar el estado actual del ecosistema marino y desarrollar un programa de monitoreo a largo plazo.
- 4) Evaluar el impacto de las actividades antrópicas (contaminación, exploración y explotación petrolera, pesca, turismo, navegación, introducción de especies) y del cambio climático sobre el ecosistema.
- 5) Determinar áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad marina.

El Programa GSJ contempla nueve líneas temáticas consideradas prioritarias para la región en el marco de los objetivos de la Iniciativa Pampa Azul: oceanografía física, química y biológica, geología y geofísica marina, oceanografía pesquera, estructura y funcionamiento del ecosistema, contaminación e impacto de la exploración y explotación petrolera, impactos ecológicos de la pesca, introducción de especies exóticas, conservación de la biodiversidad y valoración económica. Para cada una de las líneas temáticas se definieron los interrogantes principales y la información necesaria para responderlos, con un énfasis en los aspectos que requieren de un esfuerzo coordinado multi-institucional y multidisciplinario para la adquisición y el análisis de datos. En particular, se enfatizaron los componentes que requieren de campañas oceanográficas periódicas y de redes de monitoreo continuo de variables oceanográficas y ambientales, las que por su continuidad y envergadura no pueden depender de proyectos de investigación puntuales, acotados en el tiempo.

Los componentes del Programa GSJ se identifican con cuatro módulos diferentes, transversales a las distintas áreas temáticas:

- (i) recopilación y análisis de la información existente y/o colectada regularmente a través de otros programas de monitoreo;
- (ii) obtención de datos observacionales a través de campañas oceanográficas costeras y offshore, realizadas de manera periódica pero esporádica, muestreos desde la costa, y plataformas de registro continuo de datos oceanográficos y ambientales;
- (iii) estudios experimentales de mesocosmos y bentocosmos;
- (iv) modelización de la circulación oceánica y de los ciclos biogeoquímicos y flujos tróficos.

A estos se suma un quinto módulo destinado a generar mecanismos de comunicación para fomentar el debate entre grupos de la misma disciplina, y el intercambio y la colaboración entre diferentes disciplinas. Se espera que los objetivos prioritarios y los componentes del Programa evolucionen en función de los resultados adquiridos, los desarrollos tecnológicos, los cambios en los factores que afectan el funcionamiento ecosistémico y las nuevas demandas de la sociedad. Se sugiere establecer un Comité Técnico permanente con la función de (i) evaluar los avances científicos y tecnológicos y definir prioridades para los distintos componentes del programa, (ii) coordinar reuniones científicas para el intercambio y discusión de los resultados, (iii) generar presupuestos y (iv) planificar el desarrollo de campañas oceanográficas.

El plan de trabajo para 2015 contempla realizar dos campañas oceanográficas en la zona *offshore* del GSJ, durante el otoño y la primavera, y una campaña costera que abarcaría el sector de aguas más someras, por debajo de los 20 m de profundidad. La planificación de las campañas incluyó la elaboración de protocolos de muestreo para las diferentes temáticas, y la asignación de responsabilidades en el procesamiento, conservación, distribución y puesta a disposición de las muestras colectadas, con el compromiso de intercambiar la información obtenida en los plazos acordados por el grupo de trabajo.

La política de uso de los datos y material colectados en el marco del Programa GSJ hace hincapié en la colaboración inter-institucional y el acceso público a la información a través del Sistema Nacional de Datos del Mar (SNDM) y de la red de colecciones registradas en el Sistema Nacional de Datos Biológicos (SNDB). Para la implementación de esta política será necesario desarrollar bases y sistemas unificados para la entrada de datos en campaña. Este requerimiento es común a todos los programas desarrollados en el marco de la Iniciativa Pampa Azul, por lo que se sugiere constituir un grupo coordinador inter-institucional que defina las necesidades y elabore un plan de trabajo específico. Las ayudas financieras para bases de datos deberán ampliarse para permitir la contratación de personal especializado en informática que trabaje en el diseño de bases de datos.

Con respecto a los requerimientos de infraestructura, equipamiento y recursos humanos, se identifican limitantes en las plataformas de muestreo disponibles y en su equipamiento, y se señala la necesidad de contar con personal técnico capacitado para el correcto uso de las plataformas y del instrumental. Las acciones sugeridas incluyen: el acondicionamiento de las maniobras, equipo y laboratorios de los buques disponibles en la actualidad; la adquisición de equipamiento científico (se propone un plan de compra a corto, mediano y largo plazo); la creación de una dependencia interministerial encargada de la compra, administración, almacenamiento y mantenimiento de grandes equipos, y de su operación en campañas; la capacitación de personal y la constitución de grupos técnicos especialistas en el manejo de diferentes tipos de equipamiento, que trabajen sinérgicamente para optimizar los recursos disponibles; la creación de una red nacional interinstitucional de monitoreo que atienda a los sistemas automáticos de recolección, transferencia y control de

calidad de los datos; y el apoyo a los desarrollos tecnológicos para la investigación oceanográfica y pesquera mediante instrumentos específicos de financiamiento.

Por último, se destaca que la elaboración de este documento y la planificación de las campañas contempladas para el calendario 2015 se enriquecieron con el aporte de más de 140 investigadores y profesionales de 25 instituciones de investigación y gestión (Anexo 2), lo que implica un esfuerzo colectivo para avanzar en la definición de formas de trabajo multidisciplinar, de colaboración inter-institucional, y de acceso abierto y uso compartido del material e información colectados.

## 1. Introducción

El golfo San Jorge (GSJ) fue identificado como una de las regiones prioritarias para la investigación oceanográfica, ecológica y pesquera en el país en el marco de la Iniciativa Pampa Azul impulsada desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT) de la Nación. La importancia asignada al GSJ radica en su alta productividad y biodiversidad, el alto valor y complejidad de los servicios que su ecosistema marino brinda a la sociedad, y por ser un escenario clave en el transporte de hidrocarburos y potencial explotación petrolera *offshore*. A fin de impulsar el estudio integrado del funcionamiento del ecosistema marino del GSJ y del impacto de las actividades humanas que allí se desarrollan, el MinCyT conformó un grupo técnico con la misión de elaborar un programa estratégico de investigación y monitoreo a largo plazo (en adelante el Programa GSJ), y de planificar a corto plazo el desarrollo de campañas oceanográficas para la colección de información en el marco de los objetivos definidos para el Programa GSJ.

El grupo de trabajo fue conformado con profesionales convocados en su calidad de expertos a fin de cubrir el amplio espectro de especialidades requeridas para la elaboración del Programa, teniendo en cuenta su experiencia previa en la zona de estudio y buscando una fluida articulación con otros componentes de la Iniciativa Pampa Azul (Anexo 1). A este grupo se sumaron representantes técnicos de distintas instituciones de los gobiernos provinciales y a nivel nacional, con interés e injerencia en la gestión ambiental y el aprovechamiento de los recursos biológicos, geológicos, energéticos y turísticos de la región. Si bien el grupo de trabajo conformado es estrictamente técnico, la participación de representantes ministeriales busca asegurar que los requerimientos de las instituciones de gestión y de la sociedad sean atendidos en la elaboración del Programa.

Dado que el GSJ ha sido objeto de numerosos estudios durante más de 30 años por parte de varios grupos de investigación pertenecientes a distintas instituciones del país, y que existen muchos proyectos de investigación activos en la actualidad con foco en la zona, se consideró esencial recoger la experiencia existente en la comunidad científica para la elaboración del programa estratégico de investigación, así como integrar a los distintos equipos en la planificación de las campañas oceanográficas a desarrollarse en el marco del Programa GSJ. Con este objetivo, el grupo de trabajo hizo una convocatoria abierta a investigadores del país invitando a que contribuyeran en este proceso de planificación, a través del envío de "ideas-proyectos" en los que se identificaran: (i) temas prioritarios e interrogantes actuales para la ciencia en el GSJ, (ii) objetivos y propuestas específicas de estudio y (iii) enfoques metodológicos, incluyendo eventuales requerimientos de muestreo oceanográfico y de equipamiento.

La respuesta a la convocatoria fue muy amplia, involucrando más de 140 investigadores y profesionales pertenecientes a 25 instituciones de investigación y gestión (Anexo 2), lo que refleja el interés y la relevancia del GSJ en las ciencias del mar en Argentina. Las ideas y propuestas recibidas permitieron enriquecer la elaboración de este documento y avanzar en la planificación de las campañas oceanográficas a desarrollar durante el 2015. El trabajo de planificación de campañas incluyó: (i) la elaboración de

protocolos de muestreo para las diferentes temáticas a desarrollar, como punto de partida para la definición de metodologías de trabajo establecidas en común, y (ii) la asignación de responsabilidades en el procesamiento, conservación, distribución y puesta a disposición de las muestras colectadas, con un compromiso claro de intercambiar la información obtenida en los plazos acordados por el grupo de trabajo. Esta forma de trabajo se estableció considerando que la financiación de las campañas desarrolladas en el marco de la Iniciativa Pampa Azul no forma parte de convocatorias competitivas de investigación. De igual manera, la política de manejo de las muestras colectadas y de acceso a la información, según lineamientos definidos en los protocolos de Pampa Azul, establece que las muestras de referencia deben ser depositadas en colecciones de acceso público, registradas en el Sistema Nacional de Datos Biológicos (SNDB), y los datos ingresados en el Sistema Nacional de Datos del Mar (SNDM).

En este documento se describen las líneas estratégicas y componentes de un programa de investigación y monitoreo del ecosistema marino del GSJ, los requerimientos en cuanto a infraestructura, equipamiento, recursos humanos y administración, y los productos esperados. Se trata de un documento de trabajo y discusión, el que será completado y profundizado en función de los aportes de la comunidad, a medida que se avance en el desarrollo de talleres y proyectos de investigación inter-institucionales contemplados en el Programa, y se definan nuevas líneas de financiación, como parte del proceso de implementación de la Iniciativa Pampa Azul. El documento en sí mismo, así como el trabajo de planificación de las campañas oceanográficas, son fruto de un esfuerzo colectivo para avanzar en la definición de formas de trabajo multidisciplinar, de colaboración inter-institucional, y de acceso abierto y uso compartido del material e información colectados.

## **2. Fundamentación: Relevancia del golfo San Jorge**

Los ecosistemas marinos costeros son complejos y dinámicos. Proveen una amplia gama de servicios a la sociedad, incluyendo servicios de soporte, regulación, culturales y de provisión, estos últimos basados en el aprovechamiento de recursos renovables y no renovables (Carpenter *et al.* 2009). Las zonas costeras, a su vez, están expuestas a presiones diversas, asociadas al creciente desarrollo urbano y al aumento sostenido de las actividades humanas y la explotación de recursos, así como a fenómenos de escala global ligados al cambio climático. La compatibilización de esta diversidad de usos y servicios, y su sustentabilidad en un escenario de cambio global, requieren de un manejo integrado basado en un enfoque ecosistémico.

Dentro del litoral argentino, el GSJ es el ecosistema marino de mayor complejidad, tanto por la diversidad e importancia de los servicios que presta, como por los desafíos que éstos plantean para la gestión. Con unos 40.000 km<sup>2</sup> de superficie, es uno de los sectores más productivos y con mayor biodiversidad del Mar Argentino, con áreas protegidas destinadas a la conservación de esa biodiversidad y con un alto potencial para el desarrollo turístico recreativo. Al mismo tiempo, se encuentra sujeto a actividades extractivas en expansión centradas en los recursos pesqueros y petroleros de la región, con riesgos de sobre-explotación y contaminación. El carácter interjurisdiccional del Golfo (es compartido por dos provincias y algunos de sus recursos se distribuyen en aguas nacionales) y el gran número de instituciones involucradas en su estudio y gestión generan interesantes desafíos en materia de políticas de investigación y manejo de los recursos marinos.

El GSJ se extiende desde Cabo Dos Bahías (44°55'S, 60°32'O) hasta Cabo Tres Puntas (47°06'S, 65°52'O), siendo el golfo más amplio de la costa Argentina. El sector norte entre Cabo Dos Bahías e Isla Quintano (45°13'S, 66°03'O), en particular, muestra rasgos distintivos, al estar conformado por unos 250 km de costas recortadas con una gran

diversidad de hábitats y contar con la presencia de más de 55 islas e islotes. Sobre las costas del Golfo se ubican tres ciudades costeras, siendo Comodoro Rivadavia la más importante, y funcionan tres puertos con actividad petrolera, pesquera y comercial.

La productividad de sus aguas, asociada a la presencia de varios frentes costeros, y la gran diversidad de ambientes hacen que el GSJ sea de gran valor para la reproducción y crianza de peces e invertebrados, varios de ellos importantes recursos para la pesca industrial, artesanal y deportiva. Entre las especies de interés comercial explotadas en la actualidad se destacan el langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*), la merluza común (*Merluccius hubbsi*) y la centolla (*Lithodes santolla*). La pesquería de arrastre de langostino, en particular, es actualmente la pesquería de crustáceos de mayor relevancia en América del Sur. La zona costera del Golfo presenta además restingas y arrecifes rocosos que proveen refugio a especies de peces y moluscos, las que sustentan actividad de pesca artesanal y recreativa, bancos de bivalvos de interés para la pesca artesanal y praderas de macroalgas de importancia económica. La diversidad de ambientes litorales con alta disponibilidad de alimento brinda condiciones favorables para la reproducción de una importante proporción de las poblaciones de aves y mamíferos marinos de la Patagonia Argentina, varias de ellas de relevancia para el desarrollo turístico, como el pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*). Las productivas aguas del Golfo son también utilizadas por varias especies de depredadores tope que migran o dispersan desde otras regiones.

La explotación petrolera en tierra, la consecuente actividad del transporte marítimo de hidrocarburos y la potencial explotación petrolera *offshore* traen aparejados riesgos de contaminación por hidrocarburos, tanto crónica como aguda, lo que constituye una preocupación mayor para la zona. Por otro lado, el impacto de los hidrocarburos podría tener efectos sinérgicos dentro del escenario del cambio climático global (aumento de la temperatura y acidificación del océano).

Así, el GSJ alberga un complejo y productivo ecosistema, que brinda diversos servicios de alto valor tanto para la economía regional como para la nacional, y que a su vez está siendo sometido a una creciente presión antrópica. Estos servicios dependen en última instancia del estado de salud del ecosistema marino considerado en su totalidad. La gestión para su uso sustentable y la aplicación de pautas de manejo ambiental adecuadas deben basarse en un sólido conocimiento de la estructura y funcionamiento del ecosistema, y en el monitoreo regular de las variables ambientales y biológicas que gobiernan los procesos productivos y de las respuestas del ecosistema al impacto de las actividades que se desarrollan en el mismo y al cambio climático. Si bien se dispone de una importante cantidad de información científica obtenida a lo largo de muchos años, la misma es incompleta y en gran parte se encuentra dispersa y desactualizada. Por otro lado, los esfuerzos de investigación han respondido en general a intereses de sectores específicos (ej, pesca, petróleo, contaminación, conservación) sin que exista una evaluación integrada del ecosistema ni los canales y mecanismos apropiados para fomentar la interacción científica entre disciplinas, instituciones y áreas de aplicación. Por lo tanto, es necesario desarrollar un programa estratégico de investigación y monitoreo a largo plazo destinado a profundizar el conocimiento sobre la estructura y el funcionamiento del ecosistema marino del GSJ y los procesos que determinan y afectan tanto su productividad como su biodiversidad desde un enfoque integrado e interdisciplinario.

### **3. Objetivo general**

El Programa GSJ tiene como objetivo general dar soporte técnico al manejo integrado de las actividades que se desarrollan en el GSJ desde una perspectiva ecosistémica. El foco de este programa es el estudio del ecosistema marino y de los impactos de las actividades

antrópicas sobre el mismo, dentro del contexto de las presiones planteadas por el cambio climático global. Para alcanzar este objetivo se requiere:

- 1) Incrementar el conocimiento de la oceanografía incluyendo sus diferentes disciplinas (física, química, biológica y geológica).
- 2) Mejorar el conocimiento del funcionamiento del ecosistema marino y de los procesos que determinan su productividad y biodiversidad con un enfoque integral y multidisciplinario.
- 3) Evaluar el estado actual del ecosistema marino y desarrollar un programa de monitoreo a largo plazo.
- 4) Evaluar el impacto de las actividades antrópicas (contaminación, exploración y explotación petrolera, pesca, turismo, navegación, introducción de especies) y del cambio climático sobre el ecosistema.
- 5) Determinar áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad marina.

#### **4. Líneas temáticas estratégicas**

Si bien el Programa GSJ pretende una visión integrada del ecosistema marino, se identifican a continuación nueve áreas temáticas amplias a los efectos de desarrollar objetivos e interrogantes específicos para cada una, los que están naturalmente interconectados.

##### **4.1 Oceanografía física, química y biológica**

###### *La importancia del entorno físico*

Los procesos físicos a diferentes escalas temporales y espaciales son fundamentales para la comprensión del comportamiento de la dinámica de los ciclos biogeoquímicos del océano. Por lo tanto, los modelos predictivos de procesos y variables biológicas (como la biomasa de peces o la producción primaria) deben necesariamente involucrar una ajustada predicción de los eventos físicos y un buen entendimiento de los mecanismos de control ejercidos por los mismos.

Las interacciones entre física, química y biología son particularmente intensas en el GSJ, donde existen diferentes ambientes desde el punto de vista químico que responden de manera diferencial. Por un lado, se identifican áreas con una elevada productividad primaria y biodiversidad bentónica ("hot-spots"), particularmente en las zonas frontales, las cuales pueden ser usadas para desarrollar indicadores de la estabilidad y de los cambios en el ecosistema. Por otro lado, la masa de agua de las zonas profundas del GSJ presentan insaturación de oxígeno disuelto, elevada concentración de materia orgánica y probablemente reciclaje de nutrientes, en un contexto de cierta estabilidad que impide su renovación.

Estudios previos muestran evidencias de la influencia de los frentes de marea ubicados en el sector sur de la boca del GSJ sobre la concentración de clorofila *a* (Rivas 2006; Rivas *et al.* 2006; Romero *et al.* 2006) y existen indicios de que la alta biodiversidad del sector NE del GSJ está asociada a la circulación de mesoescala generada a partir de la interacción de las corrientes de marea con las islas y accidentes topográficos de ese sector de la costa. Además de modular la disponibilidad de nutrientes y la productividad primaria, los patrones de circulación que se establecen en la zona costera gobiernan una serie de procesos relevantes para el desarrollo de las comunidades, afectando especialmente la dispersión y el transporte

de larvas planctónicas, sedimentos y contaminantes. La deriva larval de numerosas especies que tienen al GSJ como área de cría es influenciada por la circulación oceánica (ver Sección 4.3), pero los mecanismos específicos involucrados en estas interacciones no son conocidos. Su identificación y cuantificación es clave para mejorar la capacidad predictiva acerca del comportamiento del sistema.

Por otro lado, la zona del GSJ es reconocida por la intensidad de los vientos y la amplitud de las mareas. Ambos factores son generadores de intensas corrientes de alta frecuencia que resultan de interés como fuentes de energía no convencional (Glorioso y Flather 1995, 1997; Palma *et al.* 2004, 2008; Palma *et al.* 2004; Tonini *et al.* 2006). Para analizar la factibilidad de su explotación es imprescindible observarlas, cuantificarlas y lograr un buen nivel de predictibilidad.

Los procesos relevantes a investigar operan a diferentes escalas temporales, desde escalas diurnas asociadas a los ciclos de marea, a escalas decadales asociadas a forzantes atmosféricos globales. Los efectos del cambio climático y de la creciente presión de las actividades humanas sobre los ecosistemas costeros se manifiestan en escalas de tiempo aún mayores. Por eso, las observaciones costeras de alta resolución temporal y larga duración son muy importantes para afianzar el conocimiento de este sector geográfico, que congrega una de las más altas concentraciones de población del litoral Patagónico.

#### *Comunidades planctónicas y ciclos biogeoquímicos*

El estudio del metabolismo de la comunidad planctónica es esencial para definir el estado trófico y los flujos de materia y energía a través del ecosistema marino (López-Urrutia *et al.* 2006). El balance entre la producción primaria y la respiración de la comunidad planctónica depende de la interacción entre los componentes de la comunidad, su identidad taxonómica y el espectro de tallas de los organismos. En este sentido, el desconocimiento a nivel taxonómico es inversamente proporcional a la talla de los organismos, siendo particularmente pobre en el caso de las comunidades microbianas. El balance metabólico de la comunidad juega un rol central en modular los flujos de carbono entre la atmósfera y el océano, así como en la exportación de carbono orgánico particulado hacia el fondo donde es fijado por períodos prolongados (“bomba biológica”), contribuyendo a que determinadas regiones del océano se comporten como sumideros y otras como fuentes de dióxido de carbono (Gruber *et al.* 2009). En este sentido, cabe mencionar que si bien las zonas costeras representan tan sólo 7% de la superficie y menos del 0,5% del volumen total del océano, el 20-30% del total del carbono incorporado globalmente corresponde a las mismas (Chen y Borges 2009). El mar Patagónico ha sido identificado como una de los sumideros de CO<sub>2</sub> más importantes del planeta, lo cual se encuentra en estrecha relación con la actividad fotosintética del fitoplancton (Schloss *et al.* 2007; Bianchi *et al.* 2009). Sin embargo, debe destacarse la carencia de información específica para el GSJ, dado que los estudios precedentes han incluido sólo marginalmente esta zona.

El cambio climático global y la actividad humana local en las zonas costeras (aporte de nutrientes y disturbios por diversos contaminantes) son los principales forzantes de las perturbaciones en las comunidades planctónicas. En cuanto al cambio climático, el escenario más probable hacia fines del siglo XXI sugiere un océano más caliente, más estratificado y más ácido como consecuencia del efecto invernadero y del exceso de dióxido de carbono que penetra en la columna de agua (considerado como “el otro problema del CO<sub>2</sub>”) (Häder *et al.* 2007). Asimismo, en un océano más estratificado el tiempo de residencia en aguas superficiales de los organismos planctónicos no móviles será mayor, aumentando su exposición a las radiaciones ultravioleta A y B (Häder *et al.* 2007). Las tendencias registradas en las

últimas décadas, no obstante, difieren marcadamente entre ecosistemas y, de hecho, el aumento de temperatura superficial del agua registrado para la plataforma continental de la Patagonia argentina y para la costa del GSJ ha sido muy bajo en relación al registrado en otros ecosistemas (0,08 °C entre 1982 y 2006 para el ecosistema patagónico (Belkin 2009) y menos de 0,1 °C por década para aguas costeras del GSJ (Lima y Wetthey 2012). En cuanto a los disturbios provocados por la contaminación, el incremento de las actividades petroleras *offshore* supone un aumento de los riesgos de impactos tanto agudos como crónicos de los hidrocarburos (ver Sección 4.5). Ambos tipos de contaminación alteran significativamente la estructura y la función de la comunidad planctónica (Nogales *et al.* 2011).

El conocimiento detallado de la composición y dinámica de las comunidades planctónicas, desde los virus hasta el macro-zooplankton, y su conexión con los flujos de carbono, es por lo tanto esencial para comprender el funcionamiento del ecosistema del GSJ y para desarrollar escenarios plausibles respecto de las posibles respuestas a fenómenos de cambio global e impactos de la contaminación. El tema reviste también particular interés en referencia a la proliferación de especies tóxicas e invasoras.

Dentro del contexto precedente, los interrogantes generales de mayor importancia para la zona son:

- ¿Cómo es la circulación dentro del GSJ y cuáles son sus forzantes y su variabilidad?
- ¿Cuál es la distribución espacial y la variabilidad de los parámetros oceanográficos químicos (nutrientes, oxígeno disuelto, pH, potencial redox, materia orgánica particulada y disuelta, etc.) en el GSJ y en las zonas frontales?
- ¿De qué manera se establecen los flujos de calor, sal, nutrientes y biomasa entre el GSJ y su entorno?
- ¿Cuál es la variabilidad espacial (vertical-horizontal-frontal) y temporal (ciclos de marea-estacional-interanual) de la producción, la biomasa y la biodiversidad del plancton, y cómo la misma es modulada por los forzantes físicos y químicos dominantes en el GSJ?
- ¿Cuál es el balance metabólico del GSJ y cuál su contribución al flujo vertical de carbono en el Mar Argentino (“bomba biológica”; acoplamiento pelágico-bentónico)?
- ¿Cuáles serán las modificaciones que ocurrirán en la estructura y función de las comunidades planctónicas del GSJ en respuesta al cambio climático (aumento de la temperatura, acidificación y exposición a las radiaciones ultravioletas como consecuencia de la mayor estratificación en la columna de agua) y a los disturbios provocados por derrames (crónicos y agudos) de hidrocarburos y la presencia de otros contaminantes (i.e. metales pesados, antifoulings, etc.)?
- ¿Cuál es la incidencia del cambio climático sobre el desarrollo de floraciones de algas tóxicas?

## **4.2 Geología y geofísica marina**

### *Mapeo de afloramientos del fondo*

Si bien se conocen afloramientos en la costa norte y sur del GSJ, no hay un mapeo detallado de los sedimentos aflorantes en el fondo. Dos transgresiones marinas del Neógeno habrían inundado la cuenca original: la Formación Salamanca del Paleoceno y posteriormente la transgresión patagónica. Secuencias fluviales, lacustres y deltaicas separan estos depósitos marinos (Sylwan 2001). La costa norte del Golfo está dominada por rocas volcánicas del Jurásico (complejo volcánico Chon Aike) que afloran en el fondo de la costa norte y constituyen las islas, islotes y rocas anexas al Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral. En la costa sur del Golfo, existen también acantilados

compuestos por las sedimentitas del Patagoniano (Formación Monte León; Panza y Nullo 1994).

Las transgresiones del Pleistoceno y Holoceno están registradas en las costas del Golfo (Schellmann y Radtke 2000; Aguirre *et al.* 2005) y pueden haber quedado preservadas en plataformas de abrasión o terrazas sumergidas. El mapeo de las rocas del fondo podrá mejorar el conocimiento de la configuración, estructura y composición de la cuenca (Foix *et al.* 2008).

#### *Composición y dinámica del fondo*

Los muestreos realizados por el INIDEP en relación a la pesquería de langostino confirmaron que el fondo del GSJ está dominado por limos, con predominio de arenas hacia la costa NE (Chubut) e inmediaciones del Banco Byron (Santa Cruz), y de arcillas hacia el SE (Fernández *et al.* 2003, 2007a y b, 2008). Los resultados preliminares de la campaña oceanográfica del Coriolis II indicaron asimismo la presencia de arenas en la plataforma continental al oeste de 063°47'O, a profundidades menores a 100 m. Los muestreos ejecutados indican granulometrías contrastantes en algunos sectores (Fainburg *et al.* 2012, Coriolis II 2014) que deben ser estudiados en mayor profundidad ya que la variabilidad observada podría estar indicando procesos cuya magnitud y recurrencia son aún desconocidas.

Otros resultados de la campaña del Coriolis II muestran la existencia de venteadores de gases y de volcanes de barro en el fondo marino, indicadores de emisión natural de fluidos de hidrocarburos, cuyo origen aún hay que determinar.

El conocimiento del sustrato geológico del GSJ es fundamental para la caracterización y mapeo de los hábitats bentónicos, la distribución de las comunidades y recursos asociados al fondo y sus efectos sobre la cadena trófica marina (ver Sección 4.4). Por otro lado, los rasgos topográficos del fondo marino y su constitución geológica serán importantes insumos necesarios para una eventual etapa de explotación de hidrocarburos en la cuenca del GSJ, con instalación de plataformas y tendido de oleoductos. En este sentido, las boyas de caleta Córdova y caleta Paula requirieron de una pormenorizada evaluación de recursos e impacto ambiental, así como de la dinámica y comunidades bentónicas del fondo. Estos motivos hacen necesario profundizar el conocimiento geológico del fondo del GSJ y de la dinámica de los sedimentos del suelo marino.

#### *Geología y explotación petrolera*

El GSJ es la expresión moderna de una cuenca sedimentaria del Mesozoico. Un sistema de fallas condiciona el sistema petrolero de la Cuenca del Golfo. La roca generadora está constituida por las lutitas lacustres de la Formación D-129, mientras que las 3 formaciones que la sobreyacen (Mina El Carmen, Comodoro Rivadavia, Yacimiento El Trébol) poseen los paleocauces fluviales arenosos prospectados como roca reservorio (Strelkov *et al.* 2005).

El flanco norte de la cuenca inició las actividades de explotación en 1907, mientras que el flanco sur lo hizo en 1944 (Caleta Olivia, Cañadón Asfalto). El flanco oeste entró en actividad aproximadamente en 1960. Las expectativas del flanco este (GSJ *offshore*) se basan en el mismo sistema petrolero admitiendo que la frecuencia de cauces arenosos es mayor hacia el norte. Desde que se iniciara la actividad *offshore* en 1968 se han registrado 25084 km de sísmica 2D, y 2326 km<sup>2</sup> de sísmica 3D; los 30 pozos exploratorios no han tenido éxito, no obstante comprobarse la presencia de las formaciones productivas en el continente (Sylwan *et al.* 2011). La mayoría de estos pozos se perforaron a menos de 100 km de la costa, siempre dentro de los límites de la Formación Pozo D-129. Si bien los ensayos de estos pozos modernos (2008-2009) no fueron muy auspiciosos, existen dudas

sobre los ensayos ejecutados (Sylwan *et al.* 2011). Las preguntas respecto al potencial petrolero del *offshore* de esta cuenca fueron definidas en la síntesis del congreso del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG): "...*quedan aún sin definir varias particularidades tanto estratigráficas como estructurales de la porción sumergida de la Cuenca...*" (Sylwan *et al.* 2011). Esto conlleva a una significativa ampliación de la frontera exploratoria de las provincias de Chubut y Santa Cruz.

Las principales preguntas dentro de esta área temática son:

- ¿Cuáles son los condicionamientos geológicos del GSJ?
- ¿Cuáles son las fuentes actuales de distribución de sedimentos?
- ¿Cuáles fueron los aportes de sedimentos en el pasado?
- ¿Cuáles son los condicionantes de la distribución de organismos en el fondo?
- ¿Cuáles son los riesgos derivados de las actividades y procesos actuales (contaminación, deslizamientos, volcanes de lodo, tormentas)?

### **4.3 Oceanografía pesquera**

El reclutamiento exitoso de los recursos marinos está condicionado en gran parte por la variabilidad de los factores ambientales que afectan a los primeros estadios vitales (huevos, larvas y etapas tempranas de juveniles). Dentro de estos factores, las condiciones hidrográficas y su dinámica influyen fuertemente sobre la distribución de las primeras fases de vida y su transporte hacia lugares aptos para alimentación y crecimiento (Bakun 1996).

El GSJ y la región adyacente constituyen zonas de gran importancia económica por ser área de cría y desove de diversas poblaciones de peces y crustáceos, siendo además caladero de especies de gran interés comercial, entre las que se destacan la merluza común (Aubone *et al.* 2000) y el langostino (Bertuche *et al.* 2000).

En el caso de merluza, el desove del stock patagónico tiene lugar en primavera y verano al norte del GSJ, principalmente entre bahía Camarones y Rawson, en profundidades que oscilan entre los 50 y 100 m (Macchi *et al.* 2004). En esta zona, la mayor concentración de larvas se registra durante enero y febrero, en coincidencia con un frente térmico de fondo caracterizado por una alta producción primaria y secundaria, lo cual aseguraría la disponibilidad de alimento durante las primeras fases de vida (Viñas y Ramírez 1996). Se ha sugerido que en la etapa de desarrollo temprana los individuos aprovecharían los procesos de circulación que favorecen la retención de las larvas de merluza durante más tiempo en la zona frontal (Álvarez-Colombo *et al.* 2011). Asimismo, el incremento en la talla de las larvas y post-larvas desde el área de puesta hacia el GSJ sugiere que hacia el final del verano y comienzos del otoño ocurrirían los primeros reclutamientos de juveniles (edad 0) de merluza al Golfo. Sin embargo, se desconoce cuál es el mecanismo que permite a los individuos ingresar a esta región. Los patrones de circulación que han sido propuestos para la zona provienen sólo de modelación numérica y de la distribución de los campos de temperatura y salinidad, ya que las observaciones directas de corrientes se restringen a unos pocos registros puntuales. Conocer el grado en que estos patrones de circulación afectan la distribución y asentamiento de estos juveniles es tema aun por resolver. Además, es importante saber si existe relación entre el tipo de fondo y el proceso de asentamiento, de manera que la complejidad topográfica pueda favorecer la supervivencia durante la fase prerrecluta. Por otra parte, no está claro cuál es la etapa del ciclo de vida o el rango de tallas a la cual los juveniles de merluza se asientan definitivamente, dado que recientemente se han observado importantes agregaciones pelágicas de prerreclutas (edad 0) de merluza dentro del GSJ durante horario diurno, lo cual difiere del comportamiento descrito para este género (Álvarez-Colombo *et al.* 2014).

Para otros recursos pesqueros de importancia para la región, tales como el langostino patagónico, la centolla y la anchoita, debe considerarse también la ausencia de información básica sobre la dinámica larvaria, postlarvaria y de los individuos juveniles en relación con la circulación del GSJ y zonas adyacentes. Lo mismo acontece con las especies de ámbitos más costeros, tales como las que habitan arrecifes rocosos, donde hay muy poca información sobre los patrones de distribución de los individuos en las etapas tempranas de vida y los sitios de asentamiento. Se desconoce, por ejemplo, cuál es el rol de los patrones de distribución en la dispersión de las especies y en la generación de poblaciones. Tanto la dirección como la distancia que pueden alcanzar las larvas durante su dispersión tienen influencia fundamental en la estructura demográfica y genética de las poblaciones (Paris *et al.* 2007), lo que reviste vital importancia a la hora de definir unidades de evaluación y manejo pesquero de estos recursos. Justamente, un área de vacancia en los estudios sobre la dinámica de las poblaciones explotadas en el GSJ es el análisis de aspectos genéticos que permitan investigar la conectividad entre diferentes subpoblaciones, además de coadyuvar en la identificación de stocks.

Al mismo tiempo, los patrones de distribución de los estadios de vida tempranos no podrán ser correctamente interpretados sin el análisis simultáneo de las características oceanográficas del área de estudio que los condicionan (Leis 1991). Por ejemplo, la conectividad entre las áreas de puesta y cría de las especies, o la retención de las larvas en las zonas óptimas para el desarrollo, dependen en gran medida de las migraciones verticales por parte de los individuos, aprovechando los patrones de circulación en diferentes estratos de la columna de agua. Es por ello que en la actualidad es clave el desarrollo de modelos biofísicos acoplados que permitan entender la interacción entre el medioambiente y los organismos, de manera de poder explicar cómo se da el flujo y la dispersión larval hacia las zonas de asentamiento (Paris *et al.* 2007).

Esta información es fundamental a los fines de evaluar la dinámica y abundancia de los recursos y la potencialidad de las diferentes pesquerías de la región, dado que permitiría comprender cómo los procesos ambientales y sus variaciones afectan el reclutamiento de los principales recursos marinos. Se considera necesario incrementar los estudios sobre la circulación oceánica en el GSJ y región adyacente, y su influencia sobre la distribución de los primeros estadios de vida y asentamiento de los recursos marinos, así como también en los ciclos de producción planctónica.

Los principales interrogantes que se plantean en el ámbito de la oceanografía pesquera son:

- ¿Cuál es el rol de los frentes oceánicos que se desarrollan tanto al sur como al norte del GSJ en los procesos de concentración de nutrientes, alimentación y retención de estadios larvarios de las especies que constituyen los principales recursos pesqueros, y cómo afecta su variabilidad espacial y temporal a la productividad del ecosistema?
- ¿Cuáles son los mecanismos/procesos físico-oceanográficos que condicionan el reclutamiento de las post-larvas y juveniles de distintas especies de peces e invertebrados comerciales a la zona de cría del GSJ?
- ¿Cómo se ve afectada la distribución vertical y horizontal de los primeros estadios de vida y juveniles de las distintas especies dentro del GSJ por los procesos de circulación y la disponibilidad de alimento?
- ¿Cuán amplio es el espectro de estrategias reproductivas que utilizan las especies marinas del GSJ en relación con los ciclos de producción y los patrones de circulación, en particular aquellas con una marcada estructuración espacial, asociadas a distintos hábitats y ambientes físicos?
- ¿Qué rol tienen los primeros estadios de vida en el proceso de dispersión de la especie, en la generación de poblaciones y en la conectividad de las mismas dentro y fuera del GSJ?

#### **4.4 Estructura y funcionamiento del ecosistema: componentes, tramas tróficas y dinámica**

Los ecosistemas del GSJ proveen una variedad de servicios y recursos a la sociedad (ver Secciones 2 y 4.9) y, a su vez, están sometidos a diversos impactos y amenazas (ver Secciones 4.5 a 4.8). Las características oceanográficas del GSJ lo convierten en un área de gran relevancia para la alimentación, desove y crianza de muchas especies de peces e invertebrados. Más de 80 especies de peces (Góngora *et al.* 2009, Irigoyen y Galván 2010), unas 40 especies de moluscos (Roux *et al.* 1995) y al menos 27 especies de crustáceos decápodos (Vinuesa 2005), varios de ellos objetivo de las pesquerías industriales y artesanales (ver Secciones 4.3 y 4.6), han sido identificados en las aguas del Golfo. En forma similar, las características costeras del Golfo, en particular del sector norte, lo convierten en una de las zonas de mayor relevancia en términos de abundancia de macroalgas, varias de ellas de interés económico (Piriz y Casas 1996). Más de 20 especies de aves marinas y 10 de mamíferos marinos utilizan habitualmente las aguas del GSJ para reproducirse, alimentarse o migrar (Yorio *et al.* 1998; Reyes *et al.* 1999; Sapoznikow y Quintana 2003; Crespo *et al.* 2009; Quintana *et al.* 2010), algunas de las cuales constituyen importantes recursos turísticos y varias están consideradas internacionalmente como amenazadas.

En este contexto, es importante entender la estructura y dinámica de los ecosistemas, de manera de poder predecir y manejar las consecuencias de la variabilidad ambiental y el impacto de las actividades humanas. Los impactos sobre uno o más de los componentes del ecosistema podrían tener importantes efectos sobre niveles tróficos superiores ó inferiores, dependiendo de si los flujos de energía están controlados por los productores primarios, los depredadores, o por especies dominantes. Sin embargo, se desconoce la importancia relativa de estos procesos en el GSJ. Es más, a pesar de que numerosos estudios han recabado información sobre la diversidad biológica del GSJ, información que es clave para empezar a comprender estos procesos, la misma es incompleta para algunos grupos taxonómicos. Por otro lado, las características físicas y químicas del mar varían en el espacio y en el tiempo, por lo que se espera que la productividad y biodiversidad muestren una importante variación. Para el GSJ se desconoce la estructura poblacional y la variabilidad en la abundancia y distribución de la mayoría de los organismos marinos, incluso de varias especies que constituyen importantes recursos económicos o se encuentran en una categoría de amenaza para la conservación. El conocimiento de los patrones espacio-temporales de distribución y abundancia de los diferentes componentes de la biodiversidad marina del Golfo es esencial para avanzar en la definición de áreas prioritarias, la identificación y evaluación de recursos económicos tanto pesqueros como turísticos, y la evaluación de los impactos generados por las actividades humanas o el cambio climático. Por otro lado, es clave para avanzar en la reconstrucción de las tramas tróficas, tema central para comprender el funcionamiento del ecosistema y los procesos que determinan y gobiernan su productividad. La implementación de un programa estratégico de investigación y monitoreo a largo plazo permitirá la adquisición de información clave para el desarrollo de modelos tróficos y ecosistémicos que posibiliten una gestión adecuada del GSJ.

Las principales preguntas que se plantean dentro de esta área temática son:

- ¿Cuáles son los patrones de abundancia y distribución espacial y temporal de los organismos marinos y qué factores físicos y biológicos los determinan?
- ¿Cuáles son las tendencias demográficas de las especies dominantes, de interés comercial o con problemas de conservación?
- ¿Cómo responden los depredadores tope a los cambios en el ecosistema marino?

- ¿Cuáles son los principales procesos ecológicos que determinan los flujos de energía y la estructura de las tramas tróficas del golfo?
- ¿Qué especies son las más críticas y qué procesos ecológicos son más sensibles a la explotación?

#### **4.5 Contaminación e impacto de la exploración y explotación petrolera offshore**

En términos cuantitativos, el petróleo es el contaminante orgánico más importante en los ambientes marinos (Spormann y Widdel 2000). La cantidad de petróleo introducido anualmente en el mar a nivel global se ha estimado en 1.300.000 toneladas (National Research Council 2002). Los hidrocarburos derivados del petróleo son moléculas hidrófobas, algunas de las cuales son cancerígenas y/o mutagénicas y constituyen una clase de contaminantes cuyo estudio es considerado prioritario por la Comunidad Europea.

La producción de petróleo representa una de las actividades económicas más importantes de la región Patagónica, con una producción anual de petróleo en el orden de 17,8 millones de m<sup>3</sup> (la producción total de la Argentina es del orden de 37 millones de m<sup>3</sup> por año) (Nievas y Esteves 2007). La mayor parte de las cuencas bajo explotación son continentales, pero una de las principales se encuentra localizada en el GSJ, en la zona sur de la provincia del Chubut y norte de la provincia de Santa Cruz. El principal riesgo y fuente de contaminación en los ecosistemas marinos patagónicos proviene de la carga/descarga de petróleo en zonas portuarias y de su transporte por buques petroleros a lo largo de la zona costera, desde la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sud hasta la provincia de Buenos Aires. La mayor parte de la contaminación (con valores medidos en sedimentos costeros que pueden llegar a 1.300 µg/g peso seco para hidrocarburos alifáticos y 737 µg/g peso seco para hidrocarburos aromáticos) se localiza en zonas cercanas a las de carga de petróleo crudo, en zonas portuarias y en zonas de acumulación por corrientes (Commendatore *et al.* 2000; Commendatore y Esteves 2007). En cambio, ciertas zonas de Patagonia se encuentran aún relativamente vírgenes de contaminación, como es el caso de la caleta Valdés ubicada en la península Valdés en el norte de la provincia del Chubut (Commendatore y Esteves 2009; datos inéditos).

Los procesos que afectan la evolución de los hidrocarburos en el ambiente son bien conocidos, aunque resulta difícil hacer predicciones confiables dada la diversidad y la complejidad de los ecosistemas marinos (naturaleza del relieve costero y de corrientes, características de la biocenosis, redes tróficas, características sedimentarias). Es necesario también tener en cuenta las características cuantitativas y cualitativas (crudo pesado o liviano, fuel-oil, etc.) de los hidrocarburos vertidos en medios naturales. Un compartimiento que particularmente conviene estudiar es la columna sedimentaria en donde se acumula una gran parte de los hidrocarburos. Es sobre este compartimiento en donde falta aún generar información.

Por otro lado, la problemática particular del impacto de los hidrocarburos se incrementará debido a los efectos directos e indirectos del cambio climático global sobre el ecosistema marino (aumento de la temperatura y acidificación del océano). La complejidad del efecto combinado de ambos tipos de perturbación (hidrocarburos y cambio climático) hace necesaria la realización de estudios integrados de terreno (campañas oceanográficas) y experimentales. Los resultados obtenidos a partir de estos estudios deberían permitir el desarrollo de modelos para la evaluación del estado actual y la previsión de las respuestas del ecosistema y sus servicios a las potenciales perturbaciones de origen humano.

Entre las preguntas más relevantes dentro de esta área temática se encuentran:

- Teniendo en cuenta las condiciones hidrometeorológicas del GSJ, ¿cuál es el devenir de los hidrocarburos en caso de contaminaciones crónicas o accidentales?

- Frente a la ampliación de la frontera hidrocarburífera en zonas marinas, ¿qué impacto potencial tiene sobre el ecosistema la explotación offshore?
- Dado que la matriz sedimentaria es particularmente sensible a la presencia de hidrocarburos por la disminución de los flujos de gases en la interface sedimento-agua, ¿cómo reacciona la comunidad bentónica frente a un derrame de hidrocarburos?
- Teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos que proveen las comunidades microbianas naturales, en particular las bacterias, y su rol en la depuración de estos contaminantes, ¿qué cambios ocurren en la estructura de las comunidades bacterianas que habitan estos sedimentos frente a esta perturbación?

#### **4.6 Impactos ecológicos de la pesca**

En el GSJ operan dos pesquerías industriales de arrastre, centradas en la merluza común y el langostino. La flota merlucera está compuesta por unos 20 fresqueros de altura y entre 20 y 35 embarcaciones costeras, mientras que en la pesquería de langostino opera una flota congeladora tangonera compuesta por 80 embarcaciones, que capturan más del 75% del langostino en la Argentina (Góngora *et al.* 2012). Además, opera una flota de unas 4 embarcaciones centrada en la centolla (*Lithodes santolla*). La distribución del esfuerzo ha sido muy variable entre años dependiendo de los rendimientos y regulaciones por parte de las tres autoridades de aplicación con jurisdicción sobre estas pesquerías (Santa Cruz, Chubut y Nación). Históricamente el mayor esfuerzo de arrastre de la flota langostinera se concentró en el GSJ (Góngora 2011). En los últimos años, no obstante, el esfuerzo se dirigió al área de veda de juveniles de merluza en la jurisdicción nacional.

Existen tres zonas que han sido cerradas al arrastre dentro del GSJ: el área de Mazarredo, establecida desde el año 1985 con el objeto de proteger una zona de cría de langostino, el área de Robredo, cerrada en 2006 para proteger concentraciones reproductivas de langostino en el norte del golfo, y un área en cercanías de Isla Quintano, cerrada desde 2007 para proteger fondos con sustrato rocoso, mayoritariamente no aptos para el arrastre. Si bien el área de Robredo es parte del Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral y el área adyacente a Isla Quintano limita con el mismo, el resto del área protegida cubre sólo una milla náutica de la línea de costa, dejando fuera las zonas de mayor intensidad de pesca en la zona norte del golfo. El GSJ, particularmente el sector incluido en el Parque Marino, está considerado como una de las regiones costeras más relevantes para la reproducción de aves y lobos marinos (Yorio *et al.* 1998; Reyes *et al.* 1998; Crespo *et al.* 2008; Yorio 2009). Debido a que muchas de estas especies se alimentan en las mismas zonas utilizadas por las flotas de arrastre, sus poblaciones pueden ser afectadas positiva y negativamente por la actividad pesquera (Crespo *et al.* 1997; González Zevallos y Yorio 2006; Yorio *et al.* 2010; González Zevallos *et al.* 2011; González Zevallos y Yorio 2011).

Un enfoque ecosistémico para la gestión de estas pesquerías requiere tomar en cuenta los efectos de la pesca sobre el hábitat y sobre los distintos componentes del ecosistema, más allá de regular el impacto sobre las poblaciones blanco. Estos efectos incluyen (i) la mortalidad incidental de especies de invertebrados, peces, aves y mamíferos, (ii) el aporte de descarte pesquero a organismos oportunistas y carroñeros, con la consiguiente alteración de los flujos de energía, (iii) los efectos indirectos de la actividad extractiva sobre las tramas tróficas, y (iv) el impacto de las artes de pesca de arrastre de fondo sobre el hábitat y las comunidades bentónicas. El conocimiento acerca de estas relaciones permitirá identificar estrategias para compatibilizar el aprovechamiento y la conservación de los recursos marinos, cumplimentando además con iniciativas nacionales y acuerdos internacionales para la pesca responsable. La información será especialmente valiosa para avanzar con el Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo de

Condriictios y el Plan de Acción Nacional para Reducir la Interacción de Aves con Pesquerías, aprobados por el Consejo Federal Pesquero.

#### *Mortalidad incidental*

La baja selectividad de las artes de pesca de arrastre genera la captura no deseada de especies de bajo o nulo valor económico, o cuyos ejemplares no cumplen con la talla comercial. En algunos casos, las especies descartadas son objetivo de otras pesquerías comerciales o recreacionales. El estudio de la captura incidental por parte de las flotas que operan en el GSJ se ha basado mayoritariamente en el análisis de los datos colectados en los Programas de Observadores (Góngora *et al.* 2009; Bovcon *et al.* 2013). Estos estudios se han centrado en la estimación de la captura incidental de merluza por parte de la flota langostinera (Góngora 2011), aunque existen también estimaciones puntuales de captura incidental de centolla, condriictios y de especies de aves y mamíferos marinos (Crespo *et al.* 1997; Gandini *et al.* 1999; Cedrola *et al.* 2004; González Zevallos y Yorio 2006; González Zevallos *et al.* 2011; Cedrola *et al.* 2012). Salvo para el caso de la captura incidental de merluza, la información de los Programas de Observadores es irregular y no siempre cuantitativa. Cabe destacar que algunas de las especies capturadas incidentalmente revisten particular interés por su vulnerabilidad como resultado de sus características de historia de vida (depredadores tope, condriictios y peces de roca) o importancia económica para la pesca (merluza), el turismo (pingüinos, lobos marinos y delfines) o la extracción guanera (cormoranes).

#### *Aporte del descarte pesquero al ecosistema*

En las pesquerías de arrastre que operan en el GSJ la captura incidental es arrojada al mar. En muchos casos, el descarte incluye especies de interés comercial (ver arriba). Además de afectar la misma base de recursos, el descarte puede generar efectos no deseados sobre el ecosistema. Entre las consecuencias negativas de los descartes se incluyen cambios en la estructura de las comunidades, cambios en las cadenas alimentarias y alteraciones de los fondos marinos por acumulación de materia orgánica (Goñi 1998). Además, la generación de descarte puede afectar la demografía de otros organismos que son atraídos a las embarcaciones para aprovecharlo (p.e. aves marinas; Lisnizer *et al.* 2011) a través del subsidio energético y el incremento de la mortalidad resultante de la asociación con los artes de pesca (González Zevallos y Yorio 2006).

#### *Efectos indirectos de la pesca a través de interacciones tróficas*

La reducción en la abundancia de las poblaciones bajo fuerte presión pesquera, la sobrepesca de juveniles y la captura incidental de peces e invertebrados podrían estar cambiando la oferta de alimento y alterando las cadenas tróficas marinas (Badalamenti *et al.* 2008), afectando principalmente a los depredadores de los niveles tróficos superiores (Trites *et al.* 1997; Smith *et al.* 2011). La evaluación de los efectos indirectos de la pesca a través de las interacciones biológicas requiere de modelos ecosistémicos que describan la transferencia de energía a través de la trama trófica. A falta de modelos tróficos, una primera inferencia acerca de los posibles efectos indirectos de la pesca surge de estudiar las dietas de las especies de interés y su grado de solapamiento con las pesquerías (ver Sección 4.4).

#### *Impacto de la pesca de arrastre de fondo sobre el hábitat y las comunidades bentónicas*

El impacto de la pesca de arrastre de fondo sobre las comunidades y hábitats bentónicos es un problema de reconocida importancia en el mundo (Jennings y Kaiser 1998). Si bien la evidencia disponible indica que el arrastre es capaz de transformar los hábitats bentónicos más sensibles (Kaiser *et al.* 2006), el impacto parece ser menor cuando se trata de fondos blandos y con poca estructura. Para evaluar los efectos ecológicos del arrastre de fondo, se requiere por

lo tanto cuantificar la intensidad del arrastre y mapear la frecuencia del disturbio en relación al tipo de hábitat que está siendo afectado (Dinmore *et al.* 2003). Esto permitiría identificar áreas y comunidades especialmente vulnerables, las que pueden requerir de medidas especiales de protección.

Los principales interrogantes son:

- ¿Cuáles son las áreas más sensibles en función del patrón espacio temporal de mortalidad incidental de peces, aves y mamíferos marinos en las diferentes flotas pesqueras que operan en el GSJ?
- ¿Cuáles son las medidas de mitigación más convenientes dadas las características de las diferentes flotas?
- ¿Cuál es el papel de los descartes de la pesca en las tramas tróficas y los flujos de energía del ecosistema?
- ¿Cuál es el grado de superposición en el uso de los recursos por parte de las pesquerías y los depredadores tope?
- ¿Cuál es el impacto y frecuencia del disturbio ejercido por las flotas de arrastre que operan en el GSJ y cuál es el grado de vulnerabilidad de los hábitats afectados?
- ¿Cómo afectaría la remoción de una gran porción de las poblaciones de especies clave el funcionamiento del ecosistema y la demografía de organismos que dependen de ellas?

#### **4.7 Introducción de especies exóticas marinas y costeras**

Luego de la destrucción del hábitat, la introducción de especies no nativas es considerada como la mayor causa de pérdida de la diversidad biológica, superando incluso a los efectos de la contaminación costera o de la sobrepesca. Tal es así que el *Millennium Ecosystem Assessment* clasificó a las invasiones biológicas junto al cambio climático como los dos factores principales con capacidad para alterar y dañar el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano (Hassan *et al.* 2005), con impactos sobre la biodiversidad, la pesca, el comercio, la salud y la bioseguridad. Más aún, estos factores pueden actuar sinérgicamente, potenciando sus efectos e impactando de manera irreversible los ecosistemas (Occhipinti-Ambrogi 2007). En general, la erradicación de una especie exótica es más factible cuando la introducción se detecta rápidamente, y en etapas tempranas del desarrollo. Cuando la especie ya es considerada invasora, las chances de una erradicación exitosa son prácticamente nulas y altamente costosas (Meyerson y Reaser 2002). Por lo tanto, la prevención (por ejemplo, mediante la implementación de planes de detección temprana) es considerada la vía más efectiva y deseable para evitar la introducción de especies y su dispersión en el medio ambiente. El proceso por el cual una especie llega a introducirse exitosamente de una región a otra es muy complejo y depende de muchos factores. Para trabajar efectivamente en la prevención es imprescindible al menos conocer el medio ambiente físico-químico receptor, los tipos de vectores que transportan especies, y la diversidad y funcionamiento de las comunidades receptoras. Entre las decenas de mecanismos de transporte de especies de una región a otra, las embarcaciones han sido identificadas como el vector más importante (ej. Ruiz *et al.* 1997; Hewitt y Campbell 2010).

Al igual que en la mayor parte de la costa argentina, el conocimiento sobre la riqueza de especies exóticas y sus efectos en el GSJ es escaso. Aun así, existen indicios que sugieren que el GSJ podría ser un área de alta susceptibilidad a las invasiones biológicas por su tráfico marítimo intenso y el grado de urbanización y disturbio antropogénico. Varias especies marinas fueron introducidas, siendo algunas de las más notorias el alga *Undaria pinnatifida*, el cirripedio *Balanus glandula* y el cangrejo verde *Carcinus maenas* (Vinueza 2007), una de las introducciones más emblemáticas para el GSJ ya que muy probablemente ingresó a través del puerto de Comodoro Rivadavia. Esta

especie, a pesar de ser muy conocida por sus efectos negativos sobre las comunidades nativas en otras regiones del mundo (Grosholz *et al.* 2002), su estatus y sus potenciales efectos no fueron evaluados. Varias especies terrestres (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Felis catus*, *Oryzolagus cuniculus*, etc.) con conocidos efectos negativos sobre las comunidades marino-costeras, también fueron introducidas en la región, aunque el estado del conocimiento sobre su impacto y distribución es escaso. Además, es esperable que el desarrollo petrolero *offshore* en el GSJ incremente las posibilidades de nuevas introducciones en dicha región. El principal foco de estudios en invasiones biológicas marinas se encuentra en las áreas portuarias, por ser las más susceptibles a las nuevas invasiones (Schwindt *et al.* 2014). En este aspecto, por lo menos desde los últimos 10 años, se están realizando estudios de las comunidades incrustantes en el puerto de Comodoro Rivadavia con resultados que deben motivar una mayor cantidad de investigaciones, como por ejemplo reportes de nuevas especies invasoras o aumentos en el rango de expansión de especies ya introducidas (Rico y López Gappa 2006; Rico *et al.* 2010, 2012).

Las investigaciones en esta temática brindarán soporte técnico a decisiones dirigidas a prevenir nuevas introducciones y favorecer el manejo integral costero. A su vez permitirán generar y acoplar normativas existentes a nivel nacional (Prefectura Naval Argentina) e internacional (Organización Marítima Internacional).

Por lo expuesto existen varios interrogantes prioritarios:

- ¿Cuál es la situación actual en relación a la distribución, riqueza y diversidad de especies marinas y costeras (p.e., planctónicas y bentónicas), nativas y exóticas, que actualmente habitan el golfo?
- ¿Cuál es la importancia relativa actual y pasada del tráfico marítimo nacional e internacional en el GSJ?
- ¿Cuál es la susceptibilidad relativa del GSJ a la invasión por especies exóticas marinas cuando se lo compara con otras partes de la costa de Argentina?

#### **4.8 Conservación de la biodiversidad**

Al igual que para la mayor parte de las zonas costeras del mundo, la mayoría de las amenazas a la diversidad biológica en el GSJ son directa consecuencia de las actividades humanas, las cuales llevan entre otras cosas a la degradación, fragmentación y pérdida de ambientes. Entre las principales amenazas se encuentran la contaminación (ver Sección 4.5), la sobrexplotación de recursos pesqueros y otros efectos derivados de las pesquerías (ver Sección 4.6), la introducción de especies (ver Sección 4.7), la pérdida y degradación de ambientes (ver Sección 4.6), la recreación y turismo no responsables, y el cambio climático (ver Sección 4.1). Los recursos y procesos ecológicos que caracterizan al GSJ (ver Sección 2), así como los servicios que brinda a nivel local y nacional, podrían verse altamente beneficiados por una protección y ordenamiento integral. Sin embargo, la heterogeneidad ambiental, las presiones crecientes relacionadas con el desarrollo económico, y la complejidad de los procesos naturales y patrones de uso que actúan a diferentes escalas espacio temporales, aumentan los desafíos que deben superarse para lograr una visión integradora de la problemática costero-marina que permita diseñar e implementar estrategias de conservación.

La conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del GSJ han sido objeto de investigación por parte de diferentes instituciones y considerados en las estrategias de administración y manejo por parte de las provincias del Chubut y Santa Cruz y del Gobierno Nacional. El efecto sinérgico posibilitó que en el año 2008 se sancionara la Ley 26.446 que creó el Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral que incluye aproximadamente 740 km<sup>2</sup> bajo un modelo de gestión compartido entre la provincia del Chubut y la Administración de Parques Nacionales. Recientemente la Comisión de Manejo del Tratado de Creación del Parque aprobó una zonificación preliminar

estableciendo zonas intangibles, de uso turístico y de aprovechamiento sostenible de los recursos, prohibiendo la pesca de arrastre de fondo. Esta medida reviste gran importancia debido a que el Parque está localizado en un área adyacente a la zona de pesca industrial de langostino. Otro aspecto positivo que merece ser destacado radica en que es la primera área protegida marina con despliegue operativo territorial de manera de realizar control y vigilancia efectiva sobre ella. El GSJ incluye otras cinco áreas protegidas provinciales costeras: las Reservas Cabo Dos Bahías y Punta del Marqués en la provincia del Chubut y Monte Loayza, Cabo Blanco y Barco Hundido en la provincia de Santa Cruz, además del área protegida Municipal Humedal Caleta Olivia. Estas iniciativas deben tener un efecto dinamizador para potenciar acciones de articulación entre jurisdicciones que posibiliten una política de conservación regional a largo plazo mediante el desarrollo de un sistema en el que la información científica juegue un rol esencial.

Cabe resaltar que dados los requerimientos espaciales de varias de las especies que son objetivo de conservación de las áreas protegidas, la actual cobertura de protección de los ambientes marinos y costeros es insuficiente. Por otro lado, la movilidad de las especies en el ámbito espacial del GSJ y las aguas adyacentes para cumplir con sus ciclos biológicos requiere considerar la conectividad entre hábitats durante la definición de políticas de investigación integradora y de gestión adecuadas. El diseño de un sistema de áreas marinas protegidas, así como la definición e implementación de herramientas complementarias de conservación marina, deben estar fundamentadas en investigaciones sobre las especies, comunidades ecológicas relevantes y procesos ecológicos, además de sobre su interacción con las actividades humanas. Esto permitirá identificar los objetivos prioritarios de conservación y establecer las estrategias más adecuadas en un marco general de planificación del espacio marítimo argentino. Del marco legal adecuado y la eficacia de los planes de gestión participativos dependerá el éxito futuro.

Algunas preguntas relevantes en esta temática son:

- ¿Cómo se ven afectadas las poblaciones de los principales recursos económicos o de especies amenazadas por el turismo, la pesca, las actividades petroleras, la urbanización, la introducción de especies y/o la acidificación del océano como consecuencia del calentamiento global?
- ¿Qué indicadores de la salud del ecosistema marino podrían ser monitoreados a largo plazo?
- ¿Cuáles son las áreas de importancia en materia de conservación de biodiversidad a tener en cuenta durante un ordenamiento espacio-temporal del GSJ?
- ¿Cuáles son las zonas clave del GSJ y áreas adyacentes que merecen ser protegidas para asegurar la continuidad de los procesos ecológicos?
- ¿Cuáles son las implicancias de la movilidad de los organismos de interés para el diseño de estrategias de protección y manejo?

#### **4.9 Valoración económica del golfo San Jorge**

La Iniciativa Pampa Azul plantea que el conocimiento del ecosistema marino y de los efectos antrópicos y climáticos sobre el mismo resulta crítico para establecer políticas de conservación y uso sustentable de los recursos naturales. Una de las áreas con insuficiente investigación es la vinculada a los aspectos económicos de la biodiversidad en general y de los usos a los que está sujeto el GSJ, en particular, los relativos a actividades turístico-recreativas. El conocimiento acerca de la calidad y estado de conservación de la biodiversidad (ver Sección 4.8) es vital para analizar los vínculos existentes entre la naturaleza, la actividad económica y el bienestar humano.

En la cuenca del GSJ se desarrolla una amplia gama de actividades que generan importantes ingresos económicos a nivel privado y público, y que ejercen presiones muy

importantes sobre el ambiente. Los mercados no asignan valor económico a los beneficios que generan los ecosistemas y la biodiversidad como sustentadores, proveedores y receptores de dicha actividad económica, pero sí lo asignan a los bienes y servicios privados que se obtienen a través de ellos. Por lo tanto, la valoración económica de los servicios ambientales tiene un rol central en la planificación, formulación de políticas, priorización de inversiones y toma de decisiones relativas a la conservación del ambiente y al nivel o forma de explotación/utilización de los recursos naturales.

Para valorar integralmente un ecosistema es necesario integrar los conocimientos aportados por la ecología y por la economía en un marco interdisciplinar, donde además intervengan otras disciplinas. La ecología debe proporcionar la información necesaria sobre la generación de los servicios ecosistémicos, y la economía las herramientas para calcular su valor. Los principales objetivos que se plantean dentro de esta área temática son identificar los recursos económicos generados por el GSJ y estimar el valor de sus servicios ecosistémicos.

Algunos de los interrogantes iniciales son:

- ¿Cómo fue la evolución histórica en la explotación pesquera y alguera en el GSJ de los precios, volúmenes exportados y generación de ingresos, empleos y actividad económica directa e indirecta en la región?
- ¿Cuál ha sido el impacto de la sobrepesca y de la pesca incidental sobre el potencial económico del ecosistema en general?
- ¿Qué actividades turísticas recreativas tienen lugar en el GSJ y cuál es su importancia económica?
- ¿Cuáles son los encadenamientos productivos generados a partir de los recursos naturales y ambientales del GSJ, en las localidades urbanas costeras y su posibilidad de sustentación física y económica en el tiempo?
- ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos proporcionados por el GSJ a la actividad económica provincial y regional y cuál es su valor económico?

## **5. Componentes del programa**

El Programa GSJ contempla una serie de estudios a largo plazo, los cuales pueden identificarse con cuatro módulos diferentes, transversales a las distintas áreas temáticas. A estos se suma un quinto módulo destinado a generar mecanismos de integración y comunicación.

### *Módulo 1. Recopilación y análisis de la información existente y/o colectada regularmente a través de otros programas*

A pesar de la falta de un programa formal para el estudio integral del GSJ, se ha logrado recopilar abundante información de base a partir de proyectos de investigación puntuales, campañas de exploración y evaluación de recursos pesqueros y petroleros, etc. Una serie de programas desarrollados por distintas reparticiones del gobierno colectan información relevante para el Programa GSJ de manera regular. Este es el caso, por ejemplo, de los programas de seguimiento pesquero (ej., sistema de monitoreo satelital de embarcaciones, programas de observadores a bordo), los sistemas de monitoreo de tráfico marítimo y las estaciones meteorológicas. Dependiendo de la disciplina específica, la información es más o menos abundante, se encuentra más o menos dispersa y ha sido analizada con mayor o menor profundidad. Es necesario por lo tanto sintetizar los aspectos más importantes y gestionar el almacenamiento de estos antecedentes en un formato adecuado para que quede a disposición de los interesados,

así como gestionar acuerdos para el uso compartido de información colectada por otros programas.

## *Módulo 2. Obtención de datos*

El objetivo general representado en este módulo es el análisis de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos claves para el funcionamiento del ecosistema. Las observaciones oceanográficas han sido y son muy costosas debido a que se requiere instrumental apropiado, se trabaja en condiciones extremas y es necesaria una logística sofisticada para la instalación y el mantenimiento de los equipos. No es de extrañar entonces la escasez de series temporales de largo plazo de datos oceanográficos cuando se compara, por ejemplo, con los datos meteorológicos. Para satisfacer las demandas de información básica que surgen tanto desde el ámbito científico como desde el administrativo y de gestión se requiere, además, contar con personal especialmente entrenado y dedicado al relevamiento de información (ver Sección 9.3). Este servicio hay que establecerlo dentro de una estructura que no subordine su estabilidad temporal a los proyectos de investigación o las políticas administrativas.

Un programa de investigación y monitoreo adecuado debe contemplar diversos aspectos como la selección de las variables a medir, los sitios de muestreo y las estrategias de observación, así como los instrumentos involucrados (ver Sección 9) y la recopilación, validación y almacenamiento de la información (ver Sección 7).

Se identificaron dos zonas con característica diferentes para la ejecución de los muestreos y monitoreos a largo plazo: (i) la franja costera (hasta los 20 m de profundidad) y (ii) la zona offshore (más de 20 m de profundidad).

Por otro lado, se establecieron tres tipos de estrategias para la obtención de datos:

- (1) Campañas oceanográficas costeras y offshore, realizadas de manera periódica pero esporádica;
- (2) Muestreos desde la costa, de periodicidad variable y
- (3) Monitoreo continuo de variables oceanográficas y ambientales.

Las estrategias y equipos a emplear varían en función de la zona, de las variables a muestrear y de la resolución temporal. El espectro de plataformas de muestreo es muy amplio y evoluciona permanentemente. A las tradicionales embarcaciones de diferentes tamaños, boyas y fondeos clásicos hay que agregar por ejemplo vehículos autónomos subacuáticos (UAV) u operados de forma remota (ROV) equipados con sensores de diferentes variables, redes de sensores superficiales (De Marziani et al. 2011) y subacuáticas (Pires et al. 2013) de bajo costo para adquisición y registro de datos, tecnologías de bio-registro (instrumentos miniatura colocados sobre diferentes especies animales que actúan como plataformas biológicas), radares costeros para medir corrientes superficiales, relevamientos aéreos desde avionetas o vehículos aéreos no tripulados (UAVs, *Unmanned aerial vehicles*), etc. El empleo de equipos de última generación en general facilita y mejora la calidad de la observación. Por otra parte, los equipos de avanzada requieren de personal especializado y cuentan con antecedentes escasos o nulos de uso en el país (i.e., radares, ADCP, gliders, sondas multihaz, etc.). En consecuencia, su implementación deberá ir acompañada de un proceso de formación de recursos humanos (ver Sección 9). Es aconsejable que los equipos más importantes sean compartidos ya sea dentro de la Iniciativa Pampa Azul o más específicamente en el Programa GSJ.

La resolución espacial de los muestreos se define en función de los interrogantes a partir de la información histórica disponible, mientras que la escala temporal de los diferentes procesos podría abarcar desde la escala de minutos hasta la interanual.

El estudio de los ciclos biogeoquímicos involucra la medición de los flujos verticales y horizontales del carbono y otros elementos clave del ecosistema marino (nitrógeno, hierro, oxígeno, etc.). Esto incluye tanto a los flujos entre la atmósfera y el océano, como a aquellos en el seno de la comunidad planctónica, el control físico y químico de la producción (primaria y secundaria), respiración, biomasa, la sucesión, cambios en la biodiversidad de los organismos de la red trófica, las transferencias de carbono hacia niveles tróficos superiores y la exportación de la producción neta hacia el fondo (Sarmiento y Gruber 2006). El balance del conjunto de dichos flujos determinará la producción neta de materia orgánica en el ecosistema, y permitirá estimar su capacidad de soporte en términos de recursos explotables así como el rol de la región como sumidero de carbono. Este tema integra una gran cantidad de metodologías que deben utilizarse de manera complementaria.

La información satelital es otra fuente de datos que permite la evaluación de diferentes variables superficiales en forma casi sinóptica, sistemática en el tiempo y con muy buena resolución espacial. De esta manera se constituye en una herramienta fundamental del acopio de información. Como en general los algoritmos utilizados han sido desarrollados para zonas alejadas del GSJ, es fundamental calibrarlos teniendo en cuenta las condiciones locales del área de estudio. El procesamiento y almacenamiento adecuado de esta información debería ser realizado por un servicio ad-hoc integrado al servicio general de monitoreo con el fin de facilitar la comparación entre datos *in situ* y remotos, y la disponibilidad de información. Su recopilación y procesamiento también requiere de personal especialmente entrenado y amplias facilidades de cómputo. Por su naturaleza es muy probable que el área de cobertura de esta información exceda largamente el ámbito de interés específico del GSJ.

La información adquirida será procesada y almacenada de forma tal que pueda ser compartida, tal como se detalla en la Sección 7. Por otra parte, cualquiera de los grupos de trabajo podría estar interesado en la realización de experimentos observacionales especialmente dirigidos al estudio de un proceso particular. En ese caso, para contar con el apoyo de la infraestructura general de relevamiento deberá comprometerse a compartir la información con el resto de la comunidad.

### *Módulo 3. Estudios experimentales: mesocosmos y bentocosmos*

Los estudios experimentales utilizando “ecosistemas simulados” permiten evaluar las respuestas de las comunidades naturales a diferentes factores de estrés natural (depredación, ciclos de marea o circadianos, etc.) y aquellos inducidos por la actividad humana (presencia de hidrocarburos, aumento de la temperatura, acidificación, etc.). Existen dos modalidades de ese tipo de ecosistema simulado: los mesocosmos (empleados para investigaciones pelágicas) y los bentocosmos (utilizados para estudiar a los organismos del fondo). Los mesocosmos son tanques de gran volumen (mínimo 1 m<sup>3</sup>) equipados con sistemas de control y monitoreo de diferentes variables físicas, químicas y biológicas. Asimismo, los bentocosmos son unidades que permiten controlar diferentes parámetros pero son instalados en el fondo marino para estudiar las respuestas de la comunidad bentónica natural.

### *Módulo 4. Modelización del ecosistema*

Para describir el ecosistema y predecir su comportamiento aceptablemente, las simulaciones numéricas son fundamentales. La modelización debe incluir el desarrollo de modelos bio-geo-químicos acoplados a los modelos físicos de circulación oceánica, más

difundidos en la actualidad. Los componentes bio-geo-químicos a incluir en los modelos y el grado de definición (espacial, temporal, taxonómica, etc.) y detalle de los procesos representados depende de los objetivos del modelo. Las observaciones permitirán evaluar y calibrar las simulaciones para ir mejorando su performance. Recíprocamente, la capacidad que brindan los modelos para explorar las relaciones causa-efecto los convierte en una herramienta de gran utilidad para la identificación de procesos, la formulación de hipótesis y el diseño de muestreos y experimentos.

#### *Módulo 5. Interacciones y comunicación*

Así como el compartir equipos y datos beneficia al conjunto de los grupos que trabaja en el GSJ al permitir el acceso de todos a fuentes de información que serían muy difícil de obtener en forma individual, se considera que la interacción regular entre los diferentes grupos de trabajo actuará como un incentivo a la producción e integración del conocimiento.

Con ese objetivo se propone la realización de un taller anual que incluya la presentación de resultados y mesas de trabajo sobre aspectos específicos (planificación de campañas, pedidos de subsidios inter-institucionales, etc.). La idea es fomentar la discusión y el debate entre los grupos de la misma disciplina, y el intercambio y la colaboración entre grupos de diferentes disciplinas.

## **6. Plan de campañas oceanográficas para 2015**

El plan de trabajo para 2015 contempla realizar dos campañas de investigación en la zona *offshore* del GSJ, durante el otoño y la primavera, y una campaña costera que abarcaría el sector de aguas más someras, por debajo de los 20 m de profundidad. Para las actividades *offshore* se propone realizar una campaña en marzo con el BIP “Capitán Oca Balda” y otra en septiembre con el BO “Puerto Deseado”. En cuanto a la campaña costera, aún no se ha definido qué tipo de embarcación se utilizaría.

### **6.1 Campañas offshore**

Las campañas a la zona *offshore* del GSJ tienen como objetivo principal analizar las condiciones oceanográficas (físicas y químicas), la composición del plancton y la estructura de los fondos y diversidad del bentos en la región del golfo y aguas adyacentes, a profundidades mayores a 20 m. Además, se tomarán muestras para estudios de las tramas tróficas, y se harán observaciones sobre abundancia de aves y mamíferos en relación con la distribución y características del alimento disponible.

El mes elegido para efectuar la primera campaña en el BIP “Capitán Oca Balda” es marzo, debido a que existe poca información sobre las características ambientales y biológicas del GSJ durante el fin de la temporada estival. Por otra parte, en esta época del año es cuando finaliza la actividad reproductiva de la mayoría de las especies que constituyen importantes recursos pesqueros para la región, de manera que resulta de interés establecer cuál es el comportamiento de las larvas y juveniles de las especies en función de los procesos oceanográficos y además analizar cómo es el reclutamiento a la zona de cría del GSJ durante esta fase del ciclo de vida. La segunda campaña, en el BO “Puerto Deseado”, se realizaría durante la primavera, que es cuando se dan los picos de producción planctónica, en coincidencia con el comienzo de la actividad reproductiva de las especies.

Durante ambas campañas se realizarán estaciones oceanográficas fijas dentro del Golfo, algunas de las cuales repetirán las posiciones de la expedición Coriolis II. En cada estación se efectuarán muestreos de oceanografía física, química, plancton y bentos. Se prevé intensificar los muestreos en ciertas regiones de mayor interés, como las zonas

frontales ubicadas en Mazarredo y al norte del GSJ. Además de las estaciones fijas, se realizará un recorrido en transectas dentro del golfo y en aguas adyacentes, durante el cual se efectuarán estudios de acústica, fondos marinos, oceanografía química, bio-óptica, plancton, identificación de cardúmenes de peces, observación de aves y mamíferos.

## **6.2 Campaña costera**

Las áreas costeras del GSJ son zonas de cría de importantes recursos pesqueros, como el langostino, la centolla y algunas especies de condriictios. La información sobre los patrones de distribución de larvas, sitios de asentamiento y dinámica de los primeros estadios de vida de especies de peces de ambientes costeros es muy escasa, tal el caso de los peces que habitan arrecifes rocosos. Las áreas aledañas a los puertos de Caleta Paula y Comodoro Rivadavia son zonas de pesca de las flotas costeras de las provincias de Santa Cruz y Chubut, que no han sido aún evaluadas.

A pesar de su importancia, la prospección pesquera de las áreas costeras no ha sido posible dado que los buques de investigación utilizados en las evaluaciones no pueden ingresar por restricciones de seguridad de la navegación. En el sur del GSJ el área costera de la zona de veda de Mazarredo sólo ha sido parcialmente monitoreada, y el área de veda del norte del GSJ, establecida para proteger procesos de crecimiento y reproducción de langostino, no se ha evaluado desde su creación.

La circulación y la topografía del fondo marino en las áreas costeras del GSJ ha sido poco estudiada. Estos factores son esenciales para comprender la regulación de la dinámica de las comunidades y prever futuros problemas de contaminación en estas zonas sensibles. La descarga al mar de agua subterránea transporta nutrientes en concentraciones de dos o tres órdenes de magnitud superiores a los observables en la masa de agua del Golfo. Esto, más el aporte eólico de nutrientes, constituyen ingresos al mar que no se han evaluado aún o con evaluación incipiente y que repercuten en procesos de producción primaria costera.

Analizar la estructura de los fondos y la composición del plancton y del bentos, objetivo de las campañas *offshore*, es también un objetivo para las zonas costeras en general y para las áreas de pesca en particular.

Dentro del plan de trabajo para 2015, se propone realizar una campaña costera, que abarcaría la región comprendida entre la línea de costa y los 20 m de profundidad. Dado que el objetivo central es analizar en forma sinóptica los mismos procesos y variables propuestos para las campañas *offshore*, sería conveniente que las dos campañas se realizaran de manera simultánea durante la primavera.

La embarcación a utilizar para esta campaña debería reunir una serie de características que le permitan operar a poca profundidad (calado no mayor a 2,5 m), y contar con un guinche apropiado para la maniobra de CTD y para el arrastre de redes para el muestreo de plancton y bentos. El diseño específico de muestro aún no está definido y, dependiendo de la disponibilidad de tiempo y de la embarcación, se podría cubrir toda la franja costera del GSJ o concentrar el esfuerzo en regiones de mayor interés, tales como los frentes térmicos y las áreas de pesca costeras.

## **7. Bases de datos y colecciones**

### **7.1 Criterios para el uso de la información**

La síntesis y la visualización de la información sobre el GSJ, existente en la actualidad y a coleccionar como parte de este Programa, son herramientas centrales para el intercambio de información entre grupos de trabajo y para la integración del conocimiento entre disciplinas. El Sistema Nacional de Datos del Mar (SNDM), creado por iniciativa del MinCyT

conjuntamente con el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (<http://www.datosdelmar.mincyt.gob.ar/>), cuenta con las capacidades para almacenar y dar visibilidad a los datos oceanográficos existentes en las instituciones del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación con competencia en la materia. Los datos colectados en el marco de la Iniciativa Pampa Azul y, en particular, en las campañas oceanográficas y programas de monitoreo desarrollados en el GSJ serán incorporados al SNDM usando un formato común a fin de garantizar la accesibilidad a los datos y de fortalecer la filosofía de uso compartido de la información y fomentar la investigación interdisciplinaria.

Como antecedente para el GSJ existe el acuerdo de trabajo conjunto firmado entre ISMER/UQAR (Canadá), CONICET y la Provincia del Chubut, el que estableció la política de uso de los datos colectados en la campaña del buque Canadiense CORIOLIS II. En este caso los datos son de uso de todos los grupos de trabajo participantes por el lapso de dos años, y de acceso abierto a través del SNDM a partir de entonces. Un consejo científico, compuesto por representantes de las distintas instituciones, debe establecer normas para el uso de los datos, aprobar acuerdos específicos para su uso compartido entre grupos, y resolver en el caso de conflictos.

## **7.2 Implementación**

Al igual que en el caso de la campaña del CORIOLIS II, la información colectada durante campañas oceanográficas financiadas en el marco de la Iniciativa Pampa Azul será de uso exclusivo para los grupos que aportaron ideas en el proceso de planificación de las campañas por un período de dos años. Sin embargo, el derrotero del crucero, las estaciones, los trabajos realizados y los coordinadores de cada grupo serán incluidos como metadato en el SNDM al finalizar cada campaña.

El Comité Técnico del Programa (ver Sección 10) estará a cargo de responder a los pedidos de datos y establecer los criterios de uso compartido de la información teniendo en cuenta la génesis de los distintos proyectos que contribuyeron a la elaboración de los planes de campaña. Dada la amplia respuesta que tuvo la convocatoria a ideas-proyecto, será necesario que (i) las normas de uso de la información reconozcan estos aportes y (ii) que durante la planificación de las campañas los grupos de investigación dentro de cada área temática acuerden y expliciten quiénes participarán en los muestreos, quiénes estarán a cargo de procesar las muestras o datos crudos, con qué plazos, dónde quedará almacenado el material de colección y quiénes tendrán acceso a la información a corto plazo. En particular para el caso de muestras biológicas y análisis químicos, los plazos y procedimientos deberán ser establecidos para cada caso particular. Los repositorios para las muestras de material biológico serán las colecciones de acceso público registradas en el Sistema Nacional de Datos Biológicos perteneciente al MinCyT.

Los coordinadores de las distintas áreas temáticas tendrán la responsabilidad de ayudar a completar los metadatos y subir sus conjuntos de datos al Portal del SNDM, al momento en que los mismos sean publicados, o después de los dos años, a partir de lo cual la información será de acceso público y abierto. Todo trabajo, publicación o resultado generado con la información brindada por este portal deberá citar la fuente de información (ej. informe de campaña) e incluir en los agradecimientos al SNDM.

Será necesario desarrollar bases y sistemas unificados de entrada de datos en campaña. Las instituciones nacionales no cuentan con un sistema integrado de entrada de datos de navegación asociados a las actividades que se desarrollan a bordo. No existen bases de datos integradas, sino que cada proyecto/actividad ingresa sus datos en sus propias bases. La falta de programadores es una limitación para el desarrollo de bases de datos adecuadas. Para corregir esta situación será necesario:

- Constituir un grupo coordinador inter-institucional que defina las necesidades y elabore un plan de trabajo específico.
- Ampliar las convocatorias de ayuda financiera para bases de datos para permitir la contratación de personal especializado en informática que trabaje con el grupo coordinador en el diseño de bases de datos inter-relacionales para el ingreso y almacenamiento de datos de campaña.

Con respecto a la publicación de los datos, existen actualmente revistas internacionales (*Earth System Science Data*, *Geoscience Data Journal*, entre otras) cuyo objetivo principal es publicar la descripción de datos de geociencia originales y de alta calidad para uso científico, los que deben cumplir con rigurosos protocolos de procesamiento y control de calidad (calibración, validación, etc.) para ser aceptados para su publicación. Actualmente, entidades científicas internacionales han puesto énfasis en la gestión y manejo de datos (Pollard *et al.* 2011), como así también en fomentar este tipo de publicaciones, denominadas *Data Publication* con la finalidad de reconocer el trabajo realizado en la obtención de información de base de alta calidad científica y además que sea de acceso público en repositorios de datos internacionalmente certificados (Leadbetter *et al.* 2013).

Teniendo en cuenta que el Programa GSJ para el año 2015 va contar con una colección de datos hidrográficos de tres campañas oceanográficas (CORIOLIS 2014, Oca Balda y campaña de primavera 2015), podría considerarse esta nueva modalidad de publicación para este conjunto de datos.

## 8. Productos

### 8.1 Capacitación de recursos humanos

Más allá del aporte que el Programa GSJ tendrá en la ampliación y profundización del conocimiento de los procesos físicos, químicos, biológicos, geológicos, etc., y su evolución e interrelación, debe destacarse como producto único, no fácilmente cuantificable, la capacitación de recursos humanos. En tal sentido, cabe considerar los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de becas *ad-hoc* y de becas accesibles a través de los mecanismos existentes (CONICET, universidades públicas y privadas, otros organismos) que posibiliten la participación activa de jóvenes profesionales de grado y/o de posgrado.
- Disponibilidad de pasantías, especialmente destinadas a estudiantes universitarios avanzados de las diversas carreras afines a las actividades de interés científico en el mar.
- Tesis de Grado sobre temas conectados a los datos adquiridos en el marco del Programa GSJ, su procesamiento, análisis y modelación.
- Entrenamiento de profesionales jóvenes en el trabajo de campaña a bordo de buques de investigación, incluyendo la logística a bordo, y la capacitación en el manejo de equipo y maniobras.

### 8.2 Desarrollos tecnológicos

La realización de las mediciones en el mar propuestas conduce, en varios casos, a incentivar ciertos desarrollos tecnológicos propios, tendientes a proveer equipamiento inexistente en el país (debido a sus altos costos en el mercado internacional) o a reemplazar algunos que estén desactualizados o directamente fuera de uso por haber superado su tiempo de vida útil (ver Sección 9). Dichos desarrollos están vinculados a incrementar la capacitación de técnicos e investigadores cuya actividad se ve particularmente incentivada

frente a la posibilidad realista de efectivizar las mediciones requeridas para cumplir los objetivos de sus respectivos proyectos en un tiempo acotado.

Los desarrollos tecnológicos resultantes contribuirán a la capacitación de recursos humanos y a avanzar en la tendencia a favor de una autonomía tecnológica nacional en el futuro.

### **8.3 Transferencia para la gestión y al sector privado**

El enfoque adoptado en el Programa GSJ está enmarcado en una política científica basada en “compartir” esfuerzos y resultados. De aquí se desprende la “transferencia” esperable, a diversos niveles.

La inversión involucrada en recursos humanos y financieros, y en tiempo, debe redundar no sólo en la publicación de resultados científicos y tecnológicos en revistas especializadas, y en comunicaciones en congresos científicos nacionales e internacionales, sino también en la transferencia de resultados aplicables a requerimientos propios del sector privado nacional (tales como pesquerías, turismo, conservación, etc.) como asimismo a incrementar la experiencia de gestión asociada a la tarea académica.

## **9. Equipamiento, infraestructura y recursos humanos**

Un tema recurrente que aparece en las agendas de recientes encuentros científicos del quehacer oceanográfico y pesquero marino de la Argentina es la falta de infraestructura (buques, boyas, estaciones costeras, facilidades en tierra, etc.), de equipamiento y de recursos humanos.

La falta de “equipamiento pesado” para uso en laboratorios en tierra, que podría ser utilizado por varias instituciones involucradas en la Iniciativa Pampa Azul, no se incluye en este documento. Para ello deberá realizarse un relevamiento del equipamiento existente, y de su eventual actualización o reemplazo financiado a través de las convocatorias a proyectos regulares y específicos para la Iniciativa Pampa Azul.

Se describen en esta sección los principales problemas identificados en las plataformas de muestreo disponibles, en el equipamiento de a bordo y los recursos humanos necesarios para el correcto uso de las plataformas y el instrumental. Estos problemas han surgido de etapas diagnósticas realizadas por el grupo de trabajo, coincidentes en varios aspectos a los manifestados por otros grupos de la Iniciativa Pampa Azul (Banco Burdwood, Agujero Azul e Islas Georgias del Sur y Sandwich del Sur). La investigación en la región Antártica e islas subantárticas merece una alta dedicación de los tiempos de navegación de los buques quitando posibilidades para investigar otras regiones del Mar Argentino.

Se sugieren acciones a seguir para resolver dichos problemas.

### **9.1 Buques de investigación**

Se destaca la carencia de buques de investigación de tamaño pequeño de poco calado, y menores a 30-35 m de eslora para regiones costeras (tanto del GSJ como otras del Mar Argentino). Por lo tanto es necesario incorporar este tipo de buque que debería estar dotado del equipamiento científico básico: sonda, GPS, TSG, guinches duales con cable conductor (tanto para operaciones con CTD como redes de plancton de apertura y cierre), guinches para arrastre de artes de pesca pequeñas (redes de plancton, redes de pesca tipo raño, piloto) y arcos y/o brazos hidráulicos para maniobras varias.

Los buques de tamaño intermedio identificados (40-70 m de eslora) y eventualmente disponibles para navegación en zonas alejadas de la costa del GSJ (buques de INIDEP y

B/O “Puerto Deseado”) no satisfacen totalmente los requerimientos que la investigación oceanográfica actual requiere. Estos buques de investigación requieren de actualizaciones de maniobras, de equipamiento y de laboratorios.

Por último, y haciendo eco de otros grupos de trabajo de las regiones de interés de Pampa Azul, se hace hincapié en la carencia de buques de gran porte para investigaciones en alta mar (superior a 80 m de eslora) con capacidad operativa logística para trabajar en la región de Islas del Atlántico Sur y Continente Antártico. Debe evaluarse en este contexto la futura reincorporación del Buque Rompehielos “Almirante Irizar” cuya dedicación a la investigación en el pasado ha sido muy limitada. Las modificaciones realizadas a esta plataforma, sumado a una planificación rigurosa de sus días de navegación que compatibilice sus tareas con el relevamiento de las bases antárticas, podrán eventualmente revertir su rendimiento en investigación marina antártica.

## 9.2 Equipamiento científico

Se advierte la falta de equipamiento científico a bordo de la mayoría de los buques y obsolescencia de lo instalado. A pesar de que se están realizando esfuerzos para su actualización en algunos de ellos, tanto de maniobras e instalaciones de laboratorios de a bordo, como en la incorporación de nuevo equipamiento científico, dichos esfuerzos resultan insuficientes y muy lentos los procesos de actualización.

Por lo tanto se considera necesario iniciar en forma conjunta:

- La **compra de equipamiento científico** para los buques de investigación que participarán de la Iniciativa Pampa Azul, el que podrá ser incorporado en distintas escalas de tiempo (ver Anexo 3). Parte del equipamiento deberá integrarse a la dotación permanente de cada buque (ej. termosalinógrafos, botellas oceanográficas), mientras que otra parte deberá integrarse en un *pull* de instrumental compartido, a ser administrado por un grupo técnico-profesional de especialistas formados *ad-hoc* (ej. CTDs, correntómetros, boyas, *gliders*, etc.).
- La **creación de una dependencia interinstitucional** (pañol oceanográfico) encargada de la **compra**, la **administración** del uso, el **almacenamiento** y el **resguardo de grandes equipos, el mantenimiento preventivo y operación en campañas**.

## 9.3 Formación de recursos humanos

Se ratifica la carencia de grupos técnicos especialistas en materia de equipamiento oceanográfico, por lo que se propone:

- La **formación de recursos humanos** con perfiles técnicos en instituciones locales con suficientes antecedentes en la materia y fortalecidos en instituciones extranjeras mediante un régimen de pasantías y/o visitas. Cabe destacar que los tiempos de formación de recursos humanos tan especializados son largos, y dependerán de la estrategia que se encare para su formación.
- La **constitución de grupos técnicos especialistas** en el manejo de diferentes tipos de equipamiento que trabajen sinérgicamente para optimizar los recursos disponibles. Estos grupos tendrán la responsabilidad de operar el pañol oceanográfico y satisfacer la demanda de especialistas de los sistemas de observación (buques, boyas, red costera, etc.). Asociada a la complejidad y grado de especialización que estos grupos técnicos necesitan para su formación, se establecen tres escalas de tiempo diferentes para cubrir la demanda:

a) **Grupo CTD y TSG:** a conformar en **corto plazo** (2015). Medianamente consolidado y operativo en un periodo no menor de 3 años. Este grupo tendrá la

responsabilidad de la toma de datos científicos en las diferentes campañas de investigación a bordo de las plataformas oceanográficas. En tierra este grupo será responsable del mantenimiento, calibración y reparación del instrumental científico.

b) **Grupo Red Costera (hidro-meteorológicas, radares, olas y mareas):** a conformar en **mediano plazo** (2015-2018). Se observa primariamente la necesidad de fortalecer y ampliar la red mareográfica costera que depende del Servicio de Hidrografía Naval. Este grupo contribuirá a potenciar esta red interactuando con dicha institución. Parte del fortalecimiento implica incorporar a la red existente y a nuevos puntos de observación los siguientes parámetros ambientales: temperatura, salinidad y observaciones meteorológicas. Es imperioso que estos sistemas operen en forma automatizada y en tiempo real (ver también la propuesta de fondeos costeros para la observación olas y corrientes en el siguiente punto).

Los estudios de dinámica costera demandan también la instalación de sistemas de radares costeros que permitan, con bajo esfuerzo de mantenimiento, monitorear corrientes en superficie de extensas aéreas próximas a la costa.

c) **Grupo Boyas y Fondeos:** a conformar en **largo plazo** (2015-2020). Este grupo tendrá la responsabilidad de diseñar, armar y fondear instrumental en puntos fijos de monitoreo de series temporales de corto, mediano y largo periodo. Este grupo se irá conformando sobre la demanda de programas de investigación ambiental que lo requieran. En la actualidad se desarrollan en nuestro país algunos programas con estos componentes como el Proyecto Malvinas y el proyecto FREPLATA, entre otros. Cabe destacar la existencia en Comodoro Rivadavia de personal, perteneciente a la UNPSJB, que podría constituir un pilar importante en la conformación de este grupo.

#### **9.4 Plataformas de monitoreo continuo de variables ambientales**

Los estudios de variabilidad climática demandan observaciones ambientales (oceanográficas y meteorológicas) continuas en el tiempo. En la Argentina existen escasos antecedentes de plataformas de observación oceánica con resultados positivos en cuanto a longitud de las series temporales de datos ambientales. Un esfuerzo sustancial debe ser realizado en este sentido para revertir esta situación. Ello implica un despliegue logístico de envergadura para asistir a los sistemas de monitoreo continuo, incluyendo:

- La creación de una **red nacional interinstitucional de monitoreo** que atienda a los sistemas automáticos de recolección, de transferencia y de control de calidad de los datos. Esta red deberá estar conformada por los grupos técnicos (mencionados anteriormente) y los diferentes usuarios.
- Asistir mediante los grupos técnicos mencionados anteriormente (9.3.b y c) a:
  - 1) **estaciones costeras**, meteorológicas-oceanográficas. Asociados a la red costera ampliada se propone instalar fondeos (muy cerca de la costa) para monitorear entre otras variables: corrientes, olas, mareas, temperatura, salinidad.
  - 2) **estaciones fijas oceánicas**, para la adquisición de datos meteorológicos de superficie y oceanográficos en la columna de agua (a través de instalación de boyas oceánicas y fondeo de instrumental en el fondo marino).

Dadas las características geográficas del GSJ (accesibilidad desde los puertos cercanos, su tamaño, su geoforma, etc.), se lo podría considerar como una región particular de análisis de laboratorio oceánico ideal para desarrollar experiencias de distinta índole en observaciones marinas.

Se propone que la red nacional de monitoreo podría tener su génesis en el GSJ con el establecimiento de las estaciones costeras en tres sitios estratégicamente elegidos (extremo norte, medio y extremo sur del GSJ) instalando estaciones de radares, estaciones meteorológicas y oceanográficas. Una vez consolidadas estas estaciones, posteriormente se propone la instalación de las estaciones fijas oceánicas que demandarán mayor logística de mantenimiento.

### **9.5 Innovación tecnológica**

La Argentina tiene la capacidad para el desarrollo de nuevas tecnologías de productos de equipamiento e instrumental científico. Tal es el caso del desarrollo tecnológico alcanzado en materia satelital con el lanzamiento del Satélite SAC-DAquarius para la medición, entre otros parámetros, de la salinidad superficial y el próximo satélite Argentino-Brasileño SABIAMAR que monitoreará el color del océano. El desarrollo por parte del INVAP del Sistema de Monitoreo Pesquero y Oceanográfico (SIMPO) ha permitido un seguimiento más eficiente de la flota pesquera del golfo San Matías. Sin embargo, el esfuerzo en innovación tecnológica ha sido escaso y habría que fortalecer otras líneas de desarrollo en materia de investigación oceanográfica y pesquera marina.

Sería deseable contar con una lista de equipos prioritarios a desarrollar en un programa de sustitución de importaciones. Ello implicaría:

- La creación de instrumentos de financiamiento para el desarrollo de tecnología para la investigación oceanográfica y pesquera marina a nivel local.

## **10. Formación de un Comité Técnico**

Dada la naturaleza de la labor científica, se espera que el Programa GSJ, al igual que cualquier programa de investigación y monitoreo a largo plazo, evolucione en función de los resultados adquiridos, los desarrollos tecnológicos, los cambios en los factores que afectan el funcionamiento ecosistémico y las nuevas demandas de la sociedad. Esto implica que los objetivos prioritarios y los componentes del programa deberán ajustarse a los nuevos interrogantes y requerimientos, así como a las oportunidades de colaboración (ej., convenios con otras instituciones, programas internacionales de investigación, etc.) y posibilidades de financiación. A fin de dar los lineamientos técnicos para el desarrollo futuro del Programa GSJ se establecerá un Comité Técnico permanente, el que tendrá la función de (i) evaluar los avances científicos y tecnológicos y definir prioridades para los distintos componentes del programa, (ii) coordinar reuniones científicas para el intercambio y discusión de los resultados, (iii) generar presupuestos y (iv) planificar el desarrollo de campañas oceanográficas.

## **11. Fuentes de financiación y administración**

Para la financiación de los proyectos de investigación contemplados en el Programa GSJ, se contará con (1) llamados específicos para ciencias del mar de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) por parte del Fondo Nacional para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), (2) Proyectos de Áreas Estratégicas (PAE) del FONCYT y (3) las líneas de financiamiento regulares, tanto nacionales como internacionales.

La elaboración del calendario anual de campañas oceanográficas que involucren el uso de buques disponibles en el país y la coordinación para el uso de equipamiento compartido estará a cargo de un Grupo de Trabajo para Logística y Mantenimiento de Barcos constituido en el ámbito interministerial por los Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva; Agricultura, Ganadería y Pesca; Defensa; y Seguridad. La

financiación de las campañas y requerimientos mayores de infraestructura y equipamiento será definida durante la elaboración del presupuesto anual asignado a la Iniciativa Pampa Azul.

En cuanto a la financiación del programa de monitoreo a largo plazo, las fuentes convencionales de financiamiento científico –acotadas en el tiempo– no son adecuadas. Cada uno de los componentes del programa de monitoreo requiere de continuidad y, por ende, no puede depender para su funcionamiento de proyectos de investigación puntuales. Los componentes del programa de monitoreo estarán a cargo de las agencias de gobierno con competencia en cada caso, las que deberán tener un mandato explícito de llevarlo adelante y un presupuesto dedicado al mismo, apoyadas por la red nacional interinstitucional de monitoreo propuesta en la Sección 9.4.

## Agradecimientos

Se agradece a Loreley Oviedo y a Horacio Giaquinta (representantes por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Chubut) por su colaboración en reunir información sobre los investigadores que contribuyeron con ideas-proyectos al proceso de planificación y por el apoyo en la planificación de la logística de las campañas costeras. El Centro Nacional Patagónico (CENPAT), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT), la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), sede Comodoro Rivadavia, y el Centro Científico Tecnológico CONICET Mar del Plata (CCT Mar del Plata) facilitaron sus instalaciones para las reuniones y video-conferencias, con el apoyo técnico de Pamela Marín (MinCyT), Florencia Carrasco (MinCyT), Pedro Ortega (CENPAT), Jorge Briguglio (CENPAT), María Inés Bello (CCT Mar del Plata) y el personal del Área de Redes y Telecomunicaciones de la UNPSJB. La Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Chubut colaboro junto con el MinCyT en la financiación y coordinación logística de las reuniones del grupo de trabajo.

## Referencias

- Aguirre ML, Negro Sirch Y y Richiano S. 2005. Late Quaternary molluscan assemblages form the coastal area of Bahía Bustamante (Patagonia, Argentina): Paleoecology and paleoenvironments. *J S Am Earth Sci* 20: 13-32.
- Álvarez-Colombo G, Dato CV, Macchi G, Palma E, Machinandiarena L, Christiansen HE, Betti P, Derisio C, Martos P, Castro-Machado F, Brown D, Ehrlich M, Mianzan H y Acha EM. 2011. Distribution and behavior of Argentine hake larvae: evidences of a biophysical mechanism for self-recruitment at the North Patagonian shelf waters. *Cienc Mar* 37: 633–657.
- Álvarez-Colombo G, Dato CV, Machinandiarena L, Castro-Machado F y Betti P. 2014. Daylight vertical segregation of young-of-the-year Argentine hake *Merluccius hubbsi*: Advances in assessment of juvenile abundance with acoustic methods. *Fish Res* 160: 85-95.
- Aubone A, Bezzi S, Castrucci R, Dato C, Ibañez P, Irusta G, Pérez M, Renzi M, Santos B, Scarlato N, Simonazzi M, Tringali L y Villarino F. 2000. Merluza (*Merluccius hubbsi*). En: Bezzi S, Akselman R y Boschi E (Eds.) Síntesis del Estado de las Pesquerías Marítimas Argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con una Actualización de 1999, 29-40. INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Badalamenti F, Sweeting CJ, Polunin NVC, Pinnegar JK, D'Anna G y Pipitone C. 2008. Limited trophodynamics effects of trawling on three Mediterranean fishes. *Mar Biol* 154: 765-773.

- Bakun A. 1996. Patterns in the ocean. Ocean processes and marine population dynamics. University of California Sea Grant, California, USA, in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico, 323 pp.
- Belkin IM. 2009. Rapid warming of large marine ecosystems. *Prog Oceanogr* 81: 207-213.
- Bertuche D, Fischbach C, Roux A, Fernández M y Piñeiro R. 2000. Langostino (*Pleoticus muelleri*). En: Bezzi S, Akselman R y Boschi E (Eds.) Síntesis del Estado de las Pesquerías Marítimas Argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con la actualización de 1999. INIDEP, Mar del Plata, pp. 179–190.
- Bianchi AA, Ruiz Pino D, Isbert Perlender HG, Osiroff AP, Segura V, Lutz V, Clara ML, Balestrini CF y Piola AR. 2009. Annual balance and seasonal variability of sea-air CO<sub>2</sub> fluxes in the Patagonia Sea: Their relationship with fronts and chlorophyll distribution. *J Geophys Res* 114:1-11.
- Bianchi AA, Osiroff AP, Balestrini CF, Piola AR y Perlender HI. 2010. Atrapando CO<sub>2</sub> en el Mar Patagónico. *Ciencia Hoy* 20: 9-13.
- Bovcon ND, Góngora ME, Marinao C y González Zevallos D. 2013. Composición de las capturas y descartes generados en la pesca de merluza común *Merluccius hubbsi* y langostino patagónico *Pleoticus muelleri*: un caso de estudio en la flota fresquera de altura del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. *Rev Biol Mar Oceanogr* 48: 303-319.
- Cedrola PV, González AM y Pettovello AD. 2004. Bycatch or skates (Elasmobranchii: Arhynchobatidae, Rajidae) in the Patagonian red shrimp fishery. *Fish Res* 71: 141-150.
- Cedrola PV, González AM, Chiaramonte GE y Pettovello A. 2012. Bycatch of sharks (Elasmobranchii) in the Patagonian red shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) fishery. *Rev Mus Argentino Cienc Nat* 14: 349-356.
- Chen-Tung AC y Borges AV. 2009. Reconciling opposing views on carbon cycling in the coastal ocean: Continental shelves as sinks and near-shore ecosystems as sources of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Deep-Sea Res II*, 56: 578–590.
- Commendatore MG y Esteves JL. 2007. An assessment of oil pollution in the coastal zone of Patagonia, Argentina. *Environ Manage* 40: 814-821.
- Commendatore MG, Esteves JL y Colombo JC. 2000. Hydrocarbons in coastal sediments of Patagonia, Argentina: Levels and probable sources. *Mar Pollut Bull* 40: 989-998.
- Crespo EA, Pedraza SN, Dans SL, Koen Alonso M, Reyes LM, García NA, Coscarella M y Schiavini ACM. 1997. Direct and indirect effects of the highseas fisheries on the marine mammal populations in the northern and central Patagonian coast. *J Northwest Atl Fish Sci* 22:189-207.
- Crespo EA, García NA, Dans SL y Pedraza SN. 2008. Mamíferos marinos. En: Boltovskoy D (Ed.) Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Proyecto ARG 02/018 “Conservación de la Diversidad Biológica y Prevención de la Contaminación Marina en Patagonia”). Disponible en: <http://atlas.ambiente.gov.ar/index.htm> 2008.
- CORIOLIS II, 2014. CORIOLIS II - Expedition Report, Gulf of San Jorge, Argentina; January 29 to March 4, 2014. Inédito.
- De Marziani C, Alcoleas R, Colombo F, Costa N, Pujana F, Colombo A, Aparicio J, Alvarez, FJ, Jimenez A, Ureña J y Hernandez A. 2011. A low cost reconfigurable sensor network for coastal monitoring. Paper presented at the OCEANS, 2011 IEEE - Spain.
- Dinmore TA, Duplisea DE, Racklam BD, Maxwell DL y Jennings S. 2003. Impact of a large-scale area closure on patterns of fishing disturbance and the consequences for benthic communities. *ICES J Mar Sci* 60: 371-380.

- Fainburg L, Trassens ME, Farenga M, Bastida J, Isla F y Bastida R. 2012. Nearshore benthic communities and bioengineers from the macrotidal San Jorge Gulf: Patagonia, Argentina. *Thalassas* 28: 45-56.
- Fernández M, Roux A, Fernández E, Calo J, Marcos A y Aldacur H. 2003. Grain-size analysis of surficial sediments from Golfo San Jorge, Argentina. *J Mar Biol Assoc UK* 83: 1193-1197.
- Fernández M, Cucchi Colleoni DA, Roux A, Marcos A y Fernández E. 2007a. Caracterización físico-química del sistema bentónico en el sector sur del Golfo San Jorge, Argentina. *Rev Biol Mar Oceanog* 42: 177-192.
- Fernández M, Hernández D y Roux A. 2007b. Distribución espacial del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*, Bate, 1888) y su relación con las variables ambientales, Golfo San Jorge, Argentina. *Rev Biol Mar Oceanog* 42: 335-344.
- Fernández M, Mora J, Roux A., Cucchi Colleoni DA y Gasparoni JC. 2008. New contribution on spatial and seasonal variability of environmental conditions of the Golfo San Jorge benthic system, Argentina. *J Mar Biol Assoc UK* 88: 227-236.
- Foix N, Paredes JM y Giacosa RE. 2008. Paleo-earthquakes in passive margins settings, an example from the Paleocene of the Golfo San Jorge. *Sedimentary Geol* 205: 67-68.
- Gandini P, Frere E, Pettovello AD y Cedrola PV. 1999. Interaction between Magellanic penguins and shrimp fisheries in Patagonia, Argentina. *Condor* 101:783-789.
- Glorioso PD y Flather RA. 1995. A barotropic model of the currents off SE South America. *J Geophys Res* 100:13,427- 13,440.
- Glorioso PD y Flather RA. 1997. The Patagonian Shelf tides. *Prog Oceanogr* 40: 263-283.
- Góngora ME, Bovcon N y Cochía P. 2009. Ictiofauna capturada incidentalmente en la pesquería de langostino patagónico *Pleoticus muelleri* Bate, 1888 (Solenoceridae). *Rev Biol Mar Oceanog* 44: 583-593.
- Góngora ME. 2011. Dinámica y manejo de la captura incidental de peces en la pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*). Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue.
- Góngora ME, González Zevallos D, Pettovello A y Mendiá LF. 2012. Principales pesquerías del golfo San Jorge, Patagonia, Argentina. *Lat Am J Aquat Res* 40:1-11.
- González Zevallos D y Yorío P. 2006. Seabird use of discards and incidental captures at the Argentine hake trawl fishery in the Golfo San Jorge, Argentina. *Mar Ecol Progr Ser* 316: 175-183.
- González Zevallos D, Yorío P y Svagelj WS. 2011. Seabird attendance and incidental mortality at shrimp fisheries in Golfo San Jorge, Argentina. *Mar Ecol Progr Ser* 432: 125-135.
- González Zevallos D y Yorío P. 2011. Consumption of discards and interactions between Black-browed Albatrosses (*Thalassarche melanophrys*) and Kelp Gulls (*Larus dominicanus*) at trawl fisheries in Golfo San Jorge, Argentina. *J Ornithol* 152: 827-838.
- Goñi R. 1998. Ecosystem effects of marine fisheries: an overview. *Ocean Coast Manage* 40: 37-64.
- Grosholz ED, Ruiz GM, Dean CA, Shirley KA, Maron JL y Connors PG. 2000. The impacts of a nonindigenous marine predator in a California bay. *Ecology* 81:1206-1224.
- Gruber N et al. 2009. Oceanic sources, sinks, and transport of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Global Biogeochemical Cycles* 23:1-21.
- Häder DP, Kumar HD, Smith RC y Worrest RC. 2007. Effects of solar UV radiation on aquatic ecosystems and interactions with climate change. *Photochem. Photobiol Sci* 6: 267-285.

- Hassan R, Scholes R y Ash N (Eds.). 2005. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Findings of the Condition and Trends Working Group. Millennium Ecosystem Assessment Volume 1. Island Press, Washington, DC.
- Hewitt CL y Campbell ML. 2010. Assessment of relative contribution of vectors to the introduction and translocation of marine invasive species, report for the Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, National Centre for Marine Conservation & Resource Sustainability, Australian Maritime College, University of Tasmania.
- Jennings S y Kaiser MJ. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Adv Mar Biol* 34: 201-352.
- Kaiser MJ, Clarke KR, Hinz H, Austen MCV, Somerfield PJ y Karakassis I. 2006. Global analysis and prediction of the response of benthic biota and habitats to fishing. *Mar Ecol Progr Ser* 311: 1-14.
- Leadbetter A, Raymond L, Chandler C, Pikula L, Pissierssens P y Urban E. 2013. Ocean Data Publication Cookbook. Paris: UNESCO, 41 pp. & annexes. (Manuals and Guides. Intergovernmental Oceanographic Commission, 64), (IOC/MG/64).
- Leis JM. 1991. The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. En: Sale P (Ed.) *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*, 183–230. Academic Press, California.
- Lima FP y Wethey D. 2012. Three decades of high-resolution coastal sea surface temperatures reveal more than warming. *Nat Comm* 3(704), doi:10.1038/ncomms1713.
- Lisnizer N, García Borboroglu P y Yorio P. 2011. Spatial and temporal variations in kelp gull population trends in northern Patagonia, Argentina. *Emu- Austral Ornithol* 111: 259-267.
- López-Urrutia, A, San Martín E, Harris RP y Irigoien, X. 2006. Scaling the metabolic balance of the oceans. *PNAS* 103(23): 8739-8744.
- Macchi GJ, Pájaro M y Ehrlich M. 2004. Seasonal egg production pattern of the Patagonian stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Fish Res* 67: 25-38.
- Massara Paletto V, Commendatore MG y Esteves JL. 2008. Hydrocarbon levels in sediments and bivalve mollusks from Bahía Nueva (Patagonia, Argentina): An assessment of probable origin and bioaccumulation factors. *Baseline / Mar Pollut Bull* 56: 2082-2105.
- Meyerson LA y Reaser JK. 2002. Biosecurity: moving toward a comprehensive approach. *BioScience* 52: 593-600.
- National Research Council (NRC) 2002. Oil in the sea III: inputs, fates, and effects. National Academy of Sciences Press, Washington, DC.
- Nievas ML y Esteves JL. 2007. Relevamiento de actividades relacionadas con la explotación de petróleo en zona costera patagónica y datos preliminares sobre residuos de hidrocarburos en puertos. - 1a ed. - Puerto Madryn: Fundación Patagonia Natural, 2007. 50p. + CDRom; 21 x 29 cm. ISBN 978-987-97411-5-3.
- Nogales B, Lanfranconi MP, Piña-Villalonga JM y Bosch R. 2011. Anthropogenic perturbations in marine microbial communities. *FEMS Microbiol Rev* 35: 275–298.
- Occipinti-Ambrogi A. 2007. Global change and marine communities: Alien species and climate change. *Mar Pollut Bull* 55: 342-352.
- Palma ED, Matano RP y Piola AR. 2004a. Three dimensional barotropic response of the southwestern Atlantic shelf circulation to tidal and wind forcing. *J Geophys Res* 109: C08014, doi:10.1029/2004JC002315.
- Palma ED, Matano RP, Piola AR y Sitz LE. 2004b. A comparison of the circulation patterns over the Southwestern Atlantic Shelf driven by different wind climatologies. *Geophys Res Lett* 31, L24303, doi:10.1029/2004GL021068.

- Palma ED, Matano RP y Piola AR. 2008. A numerical study of the Southwestern Atlantic Shelf circulation: Stratified ocean response to local and offshore forcing. *J Geophys Res* 113, C11, doi:10.1029/2007JC004720.
- Panza JL y Nullo FE. 1994. Mapa geológico de la Provincia de Santa Cruz, República Argentina. E 1:750.000, SEGEMAR, Buenos Aires.
- Paris CB, Chérubin LM y Cowen RK. 2007. Surfing, spinning, or diving from reef to reef: effects on population connectivity. *Mar Ecol Progr Ser* 347: 285–300.
- Pires J, Colombo M, Gallardo J, De Marziani C y Alcoleas R. 2013. Vertical Underwater Acoustic Channel Model in Sensor Networks for Coastal Monitoring. *IEEE Latin Am Trans* 11: 382-388.
- Pollard RT, Moncoiffé G y O'Brien TD. 2011. The IMBER Data Management Cookbook - A Project Guide to good Data practices. IMBER Report No. 3, IPO Secretariat, Plouzané, France. 16pp.
- Reyes L, Crespo E y Szapkievich V. 1999. Distribution and population size of the southern sea lion (*Otaria flavescens*) central and southern Chubut, Patagonia, Argentina. *Mar Mammal Sci* 15: 478-493.
- Rico A y López Gappa J. 2006. Intertidal and subtidal fouling assemblages in a Patagonian harbor. Argentina, Southwest Atlantic). *Hydrobiologia* 563:9–18.
- Rico A, Peralta R y López Gappa J. 2010. Recruitment variation in subtidal macrofouling assemblages of a Patagonian harbour (Argentina, SW Atlantic). *J Mar Biol Assoc UK* 90: 437-443.
- Rico A, Peralta R y López Gappa J. 2012. Succession in subtidal macrofouling assemblages of a Patagonian harbour (Argentina, SW Atlantic). *Helgol Mar Res* 66: 577-584.
- Rivas AL. 2006. Quantitative estimation of the influence of surface thermal fronts over chlorophyll concentration at the Patagonian shelf. *J Mar Systems* 63: 183-190.
- Rivas AL, Dogliotti AI y Gagliardini DA. 2006. Seasonal variability in satellite-measured surface chlorophyll in the Patagonian Shelf. *Continental Shelf Res* 26: 703-720.
- Romero SL, Piola AR, Charo M y García CE. 2006. Chlorophyll-a variability off Patagonia based on SeaWiFS data. *J Geophys Res* 111, C05021, doi:10.1029/2005JC003244.
- Ruiz GM, Carlton JT, Grosholz ED y Hines, AH. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *Am Zool* 37: 621-632.
- Sarmiento JL y Gruber N. 2006. *Ocean Biogeochemical Dynamics*. Princeton University Press.
- Schellmann G y Radtke U. 2000. ESR dating stratigraphically well-constrained marine terraces along the Patagonian Atlantic coast (Argentina). *Quatern Int* 68-71: 261-273.
- Schloss IR, Ferreyra GA, Ferrario ME, Almandoz G, Codina R, Bianchi AA, Balestrini CF y Poisson A. 2007. Role of plankton communities in pCO<sub>2</sub> sea-air exchange in the southwestern Atlantic. *Ocean Mar Ecol Prog Ser* 332: 93–106.
- Schwindt E, López Gappa J, Raffo MP, Tatián M, Bortolus A, Orensanz JM, Alonso G, Diez ME, Doti B, Genzano G, Lager C, Lovrich G, Piriz ML, Méndez MM, Savoya V, y Sueiro MC. 2014. Marine fouling invasions in ports of Patagonia (Argentina) with implications for legislation and monitoring programs. *Mar Environ Res* 99: 60-68.
- Smith ADM, Brown CJ, Bulman CM, Fulton EA, Johnson P, Kaplan IC, Lozano-Montes H, Mackinson S, Marzloff M, Shannon LJ, Shin Y y Tam J. 2011. Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. *Science* 333:1147-1150.
- Spormann AM y Widdel F. 2000. Metabolism of alkylbenzenes, alkanes, and other hydrocarbons in anaerobic bacteria. *Biodegradation* 11: 85-105.

- Strelkov E, Clavijo R, Suárez F, Rodríguez JF, Basile Y y Sanagua J. 2005. Cuenca del Golfo San Jorge. En Chebli GA, Cortiñas JS, Spalletti LA, Legarreta L y Vallejo EL (Eds.) Frontera exploratoria de la Argentina. VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG, Mar del Plata, 275-288.
- Sylwan CA. 2001. Geology of the Golfo San Jorge Basin, Argentina. *J Iberian Geol* 27: 123-157.
- Sylwan C, Droeven C, Iñigo J, Mussel F y Padva D. 2011. Cuenca del Golfo San Jorge. En: Kozlowsky E, Legarreta L, Boll A y Marshall PA. (Eds.) Simposio Cuencas Argentinas. Visión Actual. VIII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG, Mar del Plata, 139-183.
- Tonini M, Palma ED y Rivas A. 2006. Modelo de alta resolución de los Golfos Patagónicos. en *Mecánica Computacional XXV*, Cardona, Nigro, Sonzogni y Storti Eds, AMCA, Santa Fé, 25: 1461-1479.
- Trites AW, Pauly D y Christensen V. 1997. Competition between fisheries and marine mammals for prey and primary production in the Pacific Ocean. *J Northwest. Atl Fish Sci* 22: 173-187.
- Vinuesa JH. 2007. Molt and reproduction of the European green crab *Carcinus maenas* (Decapoda: Portunidae) in Patagonia, Argentina. *Rev. Biol. Trop.* 55: 49-54
- Viñas MD y Ramírez FC. 1996. Gut analysis of first-feeding larvae from the Patagonian spawning areas in relation to food availability. *Arch Fish Mar Res* 43: 231–256.
- Yorio P, Tagliorette A, Harris G y Giaccardi M. 1998. Áreas protegidas costeras de la Patagonia: síntesis de información, diagnóstico sobre su estado actual de protección y recomendaciones preliminares. *Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica – Fundación Patagonia Natural (Puerto Madryn)* 39: 1–75.
- Yorio P. 2009. Marine protected areas, spatial scales, and governance: implications for the conservation of breeding seabirds. *Cons Letters* 2: 171-178.
- Yorio P, Quintana F, Dell’Arciprette P y González Zevallos D. 2010. Spatial overlap between foraging seabirds and trawl fisheries: implications for the effectiveness of a marine protected area at Golfo San Jorge, Argentina. *Bird Conserv Int* 20: 320–334.

## Anexos

### Anexo 1. Integrantes del Grupo de Trabajo

Nombre	Institución	Área de interés	Email
Ana Parma Coordinadora	CENPAT	Pesquerías, Consejo Asesor Pampa Azul	<a href="mailto:parma@cenpat.edu.ar">parma@cenpat.edu.ar</a>
Gustavo Alvarez- Colombo	INIDEP	Hidroacústica	<a href="mailto:acolombo@inidep.edu.ar">acolombo@inidep.edu.ar</a>
Pedro De Carli	UNPA - Subs. Pesca Sta. Cruz.	Pesquerías	<a href="mailto:pedro.decarli@gmail.com">pedro.decarli@gmail.com</a>
Carlos De Marziani	UNPSJB – CONICET CIT- CHUBUT	Sistemas de monitoreo oceanográfico	<a href="mailto:marziani@unpata.edu.ar">marziani@unpata.edu.ar</a>
José Luis Esteves	CENPAT	Oceanografía química, contaminación, Coordinador Coriolis	<a href="mailto:esteves@cenpat.edu.ar">esteves@cenpat.edu.ar</a>
Gustavo Ferreyra	UQ - Programa Raíces	Oceanografía biológica, plancton Coordinador Coriolis	<a href="mailto:gustavo_ferreyra@uqar.ca">gustavo_ferreyra@uqar.ca</a>
María Eva Góngora	UNPSJB - Subs. Pesca Chubut	Pesquerías	<a href="mailto:mariaevagongora@gmail.com">mariaevagongora@gmail.com</a>
Federico Isla	UNMDP-CONICET	Geología, Consejo Asesor Pampa Azul	<a href="mailto:fisla@mdp.edu.ar">fisla@mdp.edu.ar</a>
Zulma Lizarralde	UNPA	Biodiversidad, recursos bentónicos	<a href="mailto:zlizarralde@yahoo.com">zlizarralde@yahoo.com</a>
Mirtha Lewis	CENPAT	Datos del mar, Consejo Asesor Pampa Azul	<a href="mailto:mirtha@cenpat.edu.ar">mirtha@cenpat.edu.ar</a>
Gustavo Macchi	INIDEP-CONICET	Biología reproductiva	<a href="mailto:gmacchi@inidep.edu.ar">gmacchi@inidep.edu.ar</a>
Andrés Rivas	CENPAT	Oceanografía física	<a href="mailto:andres@cenpat.edu.ar">andres@cenpat.edu.ar</a>
Raúl Reta	INIDEP	Oceanografía física	<a href="mailto:reta@inidep.edu.ar">reta@inidep.edu.ar</a>
Carlos Selva	Y-TEC	Geología	<a href="mailto:carlos.selva@ypf.com">carlos.selva@ypf.com</a>
Julio Vinuesa	UNPSJB	Biodiversidad, recursos bentónicos	<a href="mailto:julio.vinuesa@gmail.com">julio.vinuesa@gmail.com</a>
Pablo Yorio	CENPAT	Conservación, depredadores tope	<a href="mailto:yorio@cenpat.edu.ar">yorio@cenpat.edu.ar</a>
<b>Representantes institucionales</b>			
Alejandro Mentaberry	MinCyT	Pampa Azul	<a href="mailto:amentaberry@mincyt.gob.ar">amentaberry@mincyt.gob.ar</a>
Juan Pablo Romano	MinCyT	Coordinador Pampa Azul	<a href="mailto:jromano@mincyt.gob.ar">jromano@mincyt.gob.ar</a>
Pablo Almada	PNA		<a href="mailto:pabalmada76@yahoo.com">pabalmada76@yahoo.com</a>
Silvia Blanc	DIIV-UNIDEF	Acústica oceanográfica	<a href="mailto:silblanc@yahoo.com">silblanc@yahoo.com</a>
Marcela Charo	SHN	Oceanografía	<a href="mailto:mcharo@hidro.gov.ar">mcharo@hidro.gov.ar</a>
Paola Lorena Gallegos	Dir. Ciencia y Tecnología Sta. Cruz	Ciencia y Técnica	<a href="mailto:plgallegos@hotmail.com">plgallegos@hotmail.com</a>
Santiago Miguelez	Sec. Ciencia, Tec. Innov. Prod. Chubut	Ciencia y Técnica	<a href="mailto:santiago.miguelez@gmail.com">santiago.miguelez@gmail.com</a>
Liliana Scioli	APN	Conservación, areas protegidas	<a href="mailto:hake_01@yahoo.com.ar">hake_01@yahoo.com.ar</a>
Alicia Tagliorette	MinTurismo	Turismo	<a href="mailto:atagliorette@gmail.com">atagliorette@gmail.com</a>
Antonio De Nichilo	SAyDS	Ambiente	<a href="mailto:antoniodenichilo@gmail.com">antoniodenichilo@gmail.com</a>

## **Instituciones**

---

APN	Administración de Parques Nacionales
CENPAT	Centro Nacional Patagónico - CONICET
CIT	Centro de Investigaciones y Transferencia Chubut - CONICET
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Públicas
DIIV-UNIDEF	División de Investigación de la Armada - Unidad de Investigación y Desarrollo Estratégicos para la Defensa (CONICET/Ministerio de Defensa)
Dirección Provincial de Ciencia y Tecnología. Ministerio de Producción. Provincia de Santa Cruz.	
INIDEP	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
MinCyT	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
MinTurismo	Ministerio de Turismo de la Nación
PNA	Prefectura Naval Argentina
SHN	Servicio de Hidrografía Naval. Ministerio de Defensa.
Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Desarrollo Territorial y Sectores Productivos. Provincia del Chubut.	
Subsecretaría de Pesca y Actividades Portuarias. Ministerio de Producción. Provincia de Santa Cruz.	
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Provincia del Chubut	
SAyDS	Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación
UNPA	Universidad Nacional de la Patagonia Austral
UNPSJB	Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
UNMdP	Universidad Nacional de Mar del Plata
UQ	Universidad de Quebec
Y-TEC	YPF – Tecnología S.A.

## **Anexo 2. Investigadores e instituciones que colaboraron**

<b>Nombre Investigador (Institución)</b>	<b>Nombre Investigador (Institución)</b>
Abdelbassat Abdelbaki (UNPA)	Marta Ferrario (UNLP-CONICET)
María Laura Agüero (CENPAT)	Gustavo Ferreyra (ISMER)
Rómulo Alcoleas (UNPSJB)	Carla Firpo (INIDEP)
Pablo Almada (PNA)	Ricardo Fondacaro (UNPSJB)
Gastón Almadoz (UNLP-CONICET)	José Gallardo (UNPSJB)
Hector Alvarez (UNPSJB-CONICET)	David Galván (CENPAT)
Gustavo Álvarez Colombo (INIDEP)	Pablo Garcia Borboroglu (CENPAT)
Fernando Aras (UNTDF)	Alejandro Gatto (CENPAT)
María Elena Arce (UNPSJB-CIT-Chubut)	Diego Giberto (INIDEP-CONICET)
Andrés Averbuj (CENPAT)	Damian Gil (UNPSJB-CIT-Chubut)
Michèle Baqués (DIIV-UNIDEF)	Mónica Gil (CENPAT)
Daniel Bertuche (INIDEP)	Sebastián Giulianelli (CENPAT)
Paola Betti (INIDEP)	Agustina Gómez-Laich (CENPAT)
Oscar A. Bianciotto (UNTDF)	María Eva Góngora (UNPSJB-Sub. Pesca Chubut)
Gregorio Bigatti (CENPAT)	José Fidel González (UNPA)
Silvia Blanc (DIIV-UNIDEF)	Juan González (DIIV-UNIDEF)
Gabriela Blanco (CENPAT)	Atila Esteban Gosztanyi (CENPAT)
Alicia Blessio (Minist. Educ. Tierra del Fuego)	Florencia Grandi (CENPAT)
Dee Boersma (UW)	Raúl Guerrero (INIDEP-UNMdP)
Alicia Boraso (UNPSJB-CIT-Chubut)	Miguel Haller (UNPSJB-CENPAT)
Marcela Borel (UNS-CONICET)	Marcelo Hernando (CNEA)
Alejandro Bortolus (CENPAT)	Alejo Irigoyen (CENPAT)
Patricio Bos (DIIV-UNIDEF)	Gabriela Irusta (INIDEP)
Nelson Bovcon (UNPSJB)	Hernán Isbert Perlender (DIIV-UNIDEF)
Martín Brögger (CENPAT)	Federico Isla (UNMdP-CONICET)
Guillermo Caille (UNPSJB-FPN)	Carlos Labriola (UNPA)
Mario Carignan (INIDEP)	Mariana Lanfranconi (UNPSJB-CONICET)
Javier Ciancio (CENPAT)	Edmundo Lavia (DIIV-UNIDEF)
Mariano Cinquini (DIIV-UNIDEF)	Horacio Leon (UNPA)
Pablo Cochia (UNPSJB)	Mirtha Lewis (CENPAT)
Alejandro Colombo (UNPSJB)	Zulma Lizarralde (UNPA)
Marta Comendatore (CENPAT)	Rocío Loizaga de Castro (CENPAT)
Mariano Coscarella (CENPAT)	Daniel Lorenzetti (UNPA)
Enrique Crespo (CENPAT)	Piedad Losano (UNPSJB)
Marcela Charo (SHN)	Mariana Lozada (CENPAT)
Sonia Marina Chandare (UNPSJB)	Gustavo Macchi (INIDEP-CONICET)
Silvana Dans (CENPAT)	Laura Machinandarena (INIDEP)
Ricardo Das Neves Guerreiro (UNPSJB)	Adrián Madirolas (INIDEP)
Pedro De Carli (UNPA-Subs. Pesca Sta. Cruz)	Mauro Marcinkevicius (UNPSJB-CIT Chubut)
Juan De La Garza (INIDEP)	Rui Marques Rojo (DIIV-UNIDEF)
Carlos De Marziani (UNPSJB)	Juan Pablo Martin (UNPA)
Antonio De Nichilo (SAyDS)	Patricia Martos (INIDEP-UNMdP)
Mariana Degrati (CENPAT)	María Marta Méndez (CENPAT)
Ricardo Delfino (FPN)	Nora Montoya (INIDEP)
Fernando Dellatorre (CENPAT)	Paula I. Moriondo Danovaro (INIDEP)
Marina Vera Díaz (INIDEP-CONICET)	Claudia Muniain (UNSAM)
Hebe Mónica Dionisi (CENPAT)	Marina Nievas (CENPAT)
Ana Dogliotti (IAFE)	Rafael Oliva (UNPA)
Martín Ehrlich (INIDEP)	Marcelo Pájaro (INIDEP)
José Luis Esteves (CENPAT)	Flavio Emiliano Paparazzo (CENPAT)
Mónica Fernández (INIDEP)	Ana Parma (CENPAT)

Nombre Investigador (Institución)	Nombre Investigador (Institución)
Juan Pisoni (CENPAT)	Miriam Solis (CENPAT)
Susana Pittaluga (UNPA)	Paula Stoyanoff (UNPSJB-CIT-Chubut)
Igor Prario (DIIV-UNIDEF)	Mónica Stronati (UNPSJB)
Mónica Primost (CENPAT)	Guillermo Svendsen (IBMyP A.Storni)
Flavio Quintana (CENPAT)	Alicia Tagliorette (MinTurismo /UNPA)
Raúl Reta (INIDEP-UNMdP)	Brenda Temperoni (INIDEP-CONICET)
Valeria Retana (CENPAT)	Javier Tolosano (UNPSJB-CIT-Chubut)
Alicia Rico (UNPSJB)	Mariano Tonini
Andrés Rivas (CENPAT)	Américo Torres (CENPAT)
Alejandra Romero (IBMyP A.Storni)	Damián Vales (CENPAT)
Juan Emilio Sala (CENPAT)	Martín Varisco (UNPSJB-CIT-Chubut)
Vanesa Salomé (UNSAM)	Leonardo Venerus (CENPAT)
Noela Sánchez-Carnero (CENPAT)	Julio Vinuesa (UNPSJB)
Norma Santinelli (UNPSJB)	María Delia Viñas (INIDEP-CONICET)
Alicia Sar (UNPA)	Gabriela Williams (CENPAT)
Viviana Sastre (UNPSJB)	Otto Wöhler (INIDEP)
Liliana Scioli (APN)	Jorge Wyngaard (INIDEP)
Agustín Schiariti (INIDEP-CONICET)	Pablo Yorio (CENPAT)
Irene Schloss (IAA/ISMER)	María Soledad Zabala (CENPAT)
Evangelina Schwindt (CENPAT)	Hector Zaixso (UNPSJB-CIT-Chubut)
Valeria Segura (INIDEP)	Manuel Zaixso (UNPSJB-CIT-Chubut)
Javier Signorelli (CENPAT)	
Ricardo Silva (INIDEP)	

### Instituciones

APN	Administración de Parques Nacionales
CENPAT	Centro Nacional Patagónico - CONICET
CIT-Chubut	Centro de Investigaciones y Transferencia Chubut - CONICET
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Públicas
DIIV-UNIDEF	División de Investigación de la Armada - UNIDEF (CONICET/Ministerio de Defensa)
FPN	Fundación Patagonia Natural
IAFE	Instituto de Astronomía y Física del Espacio - UBA
IBMyP A.Storni	Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni
INIDEP	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
ISMER	Institut des Sciences de la Mer de Rimouski
Ministerio de Educación de la Provincia de Tierra de Fuego	
MinTurismo	Ministerio de Turismo de la Nación
PNA	Prefectura Naval Argentina
SAyDS	Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación
SHN	Servicio de Hidrografía Naval
Subsecretaría de Pesca y Actividades Portuarias. Ministerio de Producción. Provincia de Santa Cruz.	
Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Desarrollo Territorial y Sectores Productivos. Provincia de Chubut.	
UNSAM	Universidad Nacional de San Martín
UW	University of Washington
UNLP	Universidad Nacional de La Plata
UNMdP	Universidad Nacional de Mar del Plata
UNPA	Universidad Nacional de la Patagonia Austral
UNPSJB	Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
UNS	Universidad Nacional del Sur
UNTDF	Universidad Nacional de Tierra del Fuego

### **Anexo 3. Equipamiento necesario para muestreo en el mar**

<b>Tipo de equipamiento (1)</b>	<b>Necesario (corto, mediano o largo plazo) (2)</b>	<b>Destino (3)</b>
CTD y roseta	Corto plazo	Buques
Sistema integrado de adquisición de datos de navegación y variables de superficie	Corto plazo	Buques
Correntómetros ADCP (38 kHz; 75 Khz y/o 150 kHz)	Corto plazo	Buques
Guinche oceanográfico portátil pequeño	Corto plazo	Pañol Oceanográfico
Estaciones meteorológicas científicas automáticas	Corto plazo	Buques
Sistemas de adquisición datos en continuo de superficie (fluorescencia, ph, O <sub>2</sub> , turbidez)	Mediano plazo	Buques
Fluorómetro de laboratorio	Corto plazo	Buques
Citómetro de flujo de laboratorio	Mediano plazo	Buques
Analizador de imágenes FlowCam	Mediano plazo	Buques
Cámara de producción primaria y radiómetros	Corto plazo	Buques
Guinche oceanográfico profundo con cable conductor 10 mm	Mediano plazo	Buques
Redes de plancton de apertura y cierre remoto (multired)	Mediano plazo	Pañol oceanográfico
Redes de plancton tipo Bongo, Nackthai, RMT, otras.	Corto plazo	Pañol oceanográfico
Ultrafreezer	Mediano plazo	Buques
Trampas de sedimentos	Mediano plazo	Pañol oceanográfico
Muestreadotes de sedimentos superficiales (dragas, rastras, otros)	Mediano plazo	Pañol oceanográfico
Ecosondas científicas	Mediano plazo	Buques
Sonda multihaz (multibeam)	Mediano plazo	Buques
Boyas oceánicas	Largo plazo	GSJ- Pañol oceanog.
Fondeo de instrumentos	Mediano plazo	GSJ – Pañol oceanog.
Instrumentos para boyas y fondeos	Mediano plazo	GSJ- Pañol oceanog.
Radares costeros	Mediano plazo	Costas GSJ- Pañol oc.
Vehículo remolcado ondulante	Largo plazo	Pañol oceanográfico
Guinche oceanográfico con cable no metálico portátil (muestreo de oligoelementos)	Largo plazo	Pañol oceanográfico

- (1) El equipamiento aquí listado es el que resulta de evaluar las reales necesidades logísticas de los buques nacionales que están siendo utilizados en la actualidad para la investigación oceanográfica y pesquera marina.
- (2) La incorporación del equipamiento debería ser planificada en diferentes escalas de tiempo:
  - a) Corto plazo: durante el período 2015
  - b) Mediano plazo: período de 2015-2018
  - c) Largo plazo: período 2015-2020
- (3) Parte del equipamiento debe ser instalado en los buques de investigación, mientras que otra parte puede ser depositada en el Pañol Oceanográfico para su resguardo, mantenimiento, administración de uso y eventual operación a bordo. Deberá ser destinada a los proyectos involucrados en la Iniciativa Pampa Azul.