



**Designing priority areas for conservation within a marine
protected area in northern Chile**

Final Report

Carlos F. Gaymer & Ursula Rojas

Team members:

Francisco Squeo, Julio Vásquez & David López

Centro de Estudios Avanzados En Zonas Áridas (CEAZA)

Departamento de Biología Marina

Facultad de Ciencias del Mar

Universidad Católica del Norte

Coquimbo

Introduction

The Chilean government agreed to protect 10% of terrestrial and marine ecosystems in Chile. For this purpose, in November 2004 the national environmental agency (CONAMA) designed 3 Multiple Uses Marine Protected Areas (MUMPA) along the Chilean coast. Isla Grande de Atacama is the northernmost one, corresponding to a ~30 km long zone located in the Atacama Region (between 27° 06' and 27° 18' S). This zone has numerous productive intertidal and sub tidal ecosystems, including islands and wetlands which are characteristic of the Transition-Temperate Region of the Humbolt-current system. Several emblematic (e.g. bottle-nose dolphin, Humboldt penguin) and endemic (e.g. Yunco duck) species found in this area are endangered. On the other hand, several species which play a key role in structuring benthic communities (e.g. kelps, red sea urchin, loco, several rock fish) are threatened by "artisanal" fisheries (mainly done by hooka diving within the first 20 m of depth). Overexploitation has in turn modified ecosystem organisation and the sub tidal landscape. As several traditional fishermen communities rely on these resources, conservation not only will have a strong impact on ecosystems recovery, but also on the local economy, as fishermen will have to look for alternative economic activities (e.g. tourism). Even though the broad MPA has been established, it is necessary to set up reserve sites within the MUMPA that will be effectively protected and will act as sources for adjacent zones.

Marine Protected Areas (MPAs) planning requires the evaluation and mapping (SIG) of coastal biodiversity, physical environment and the greatest threats, as well as the identification of priority sites using mathematical Decision Support Tools (DST). A systematic approach maximizes long term ecosystem conservation along with reducing to a minimum the area and perimeter included and the costs of conservation associated to each area. In Chile the election, designation and limitation of MPAs has been based on the criteria of experts and, in some cases, the opinion of the community and public sectors. DST allow for a transparent and systematic identification process which

integrates a variety of criteria and parameters in order to minimize the cost of conservation. In the present study a group of conservation priority sites considering both biological and socio-economic aspects was identified in the AMCP-MU Isla Grande of Atacama, III Region, using the *Spatial Portfolio Optimization Tool* (SPOT).

Our study ended in March 2007.

Methods

The study area is located between Punta Morro (27° 06' 18.36" S; 70° 55' 51.81" O) and the outlet of the Copiapó River (27° 19' 15.63" S; 70° 55' 51.61" O) near the Caldera city in the III Region. The MUMPA has a length of approximately 30 linear kilometres and includes a total land area of 9703 ha and a marine surface area of 3504 ha.

All of the necessary information considered important for the development of a priority sites proposal was collected (i.e. previous baseline studies, bathymetry maps, uses, users, coastal zoning plans, etc.). As there was no previous biological data on sediment bottoms, a preliminary baseline study was conducted for the sandy beaches (sub tidal) until ~25 m in depth, using air lift apparatuses (See pictures in previous report). We determined the principal communities found in shallow rocky sub tidal (data from previous baseline) and sediment bottoms using qualitative and quantitative (UPGMA analyses) approaches.

The major costs of conservation in the studied system were obtained from a field social study in which the principal users, uses, localities and time periods were identified. Main users were fishermen, divers, algae collector and tourists. This data was determined from existent information as well as from field surveys (i.e. georeferences to formal and informal roads, interviews). Costs were ranked as low, medium or high according to the

frequency of use of an analysis unit by each type of user. A total cost was calculated combining the costs by different uses.

With all of the previously mentioned information a multi-layer database was generated in Arc View and the homogenous conservation units were defined based on the shallow sub tidal communities/associations and a schematic depth approach (Burrough,1986) (Figs. 1, 2). Twenty-eight, ~70 ha analysis units (polygons), that contained all the biological (benthic communities only) and social information until 30 m in depth, were defined, after which the explicit conservation criteria, excluding the existent management areas in the AMCP-MU, were determined (Fig. 3). Four conservation goals (10, 20, 50 and 70%) were analyzed through SPOT (Shoutis, 2003).

Main Results and Conclusions

Seven communities/associations were found in shallow rocky sub tidal: shallow barrens, deep barrens, *Lessonia* communities, barnacles, *Phragmatopoma* reef, algal turf and ascidians (Fig. 4); whereas in sandy beaches three associations, segregated by depth, were found: shallow, intermediate and deep. These communities are representative of the Humboldt Current system and are found from southern Peru to Central Chile. *Lessonia* communities showed the highest species richness (Fig. 5).

We found 4 areas where the costs of conservation were high, due to high frequency of use by different users (Fig. 6). These areas represent the highest risks for potential conflicts with users for any restriction of activities.

With a goal of 10%, SPOT selected 10 of the 28 analysis units, which corresponded to 694.4 ha (36.8%), in which the barnacle and ascidian communities were 100% selected (Table 1, Fig. 7). The units selected presented low and medium costs of conservation, thus giving priority to zones with the lowest risks of potential conflicts. The number of units increased to 12 with a goal of 20% (837.9 ha), increasing the number of units with

low costs and decreasing those with medium costs (Table 1, Fig. 8). With a goal of 50%, 73.8% of the analyzed area (1395.1ha) was selected and the *Lessonia* and *Phragmatopoma* communities were 100% selected (Table 1, Fig. 9). In this scenario, 3 high cost units were incorporated and low fragmentation was prioritized. Under a 70 % goal, 25 units were selected, which corresponded to 1748.1 ha (92.6% of the study site) (Table 1, Fig. 10).

The barnacles and ascidians communities were always selected by SPOT as they were only found once within the MUMPA (Table 1). Under all the scenarios, SPOT selected the units next to the mouth of the Copiapo River (southern limit of the MUMPA). Although these units showed a low species richness, there are species that use estuarine areas as nursery grounds and were only found in these units, thus SPOT considered these units as irreplaceable. Moreover, these units are besides wetlands used as nursery and feeding grounds by numerous endangered migratory birds, and already suggested as a hotspot for terrestrial conservation. Full protection of the units next to the mouth of the Copiapo River would allow making a more efficient conservation management through defining marine-terrestrial hotspots.

This is the first study in Chile that uses a DSS to identify priority sites in the shallow sub tidal based on the main benthic communities and incorporating social indicators. Taking into account social aspects would permit to establish conservation policies that agree with both biodiversity conservation and also socio-economic development of fishermen communities.

Our results will help on the zoning plan for the “Isla Grande de Atacama” MUMPA, will help in the creation of a MUMPAs network along the Chilean coast and will be replicated in other MPAs recently declared by the Chilean authorities.

We strongly encourage the use of DSS to support decision making by managers and authorities, as it provides a transparent and systematic way of combining different

interests associated to MPA establishment. Our approach could be repeated in any area along the south Pacific coast where the establishment of high priority conservation sectors is intended, and were there are potential social conflicts with coastal human communities.

Table 1: Proportion (%) of each community/association in the shallow sub tidal at the “Isla Grande de Atacama” MUMPA selected to achieve conservation goals of 10, 20, 50 y 70%.

Communities/Associations	10%	20%	50%	70%	Surface (ha)
Rocky Bottoms					
Algal turf	37.1	63.2	83.2	100	83.3
Barnacles	100	100	100	100	5.5
<i>Lessonia</i> community	40.4	67	99.9	100	95.2
Shallow barrens	51.8	51.2	80.9	100	295.4
Deep barrens	42.7	48.9	79.4	100	419.9
<i>Phragmatopoda</i> reef	31.4	31.4	100	100	12
Ascidians	100	100	100	100	7.6
Sediment Bottoms					
Shallow sediment bottom	18.7	21.2	61.4	91.3	97.7
Intermediate sediment bottom	27.8	34.4	66.1	81.9	261.2
Deep sediment bottom	32.9	45.4	69.9	88.8	419
Intertidal Sandy beach	24.7	24.8	56.5	80.9	190.9
Total (%)	36.8	44.4	73.9	92.6	1887.4

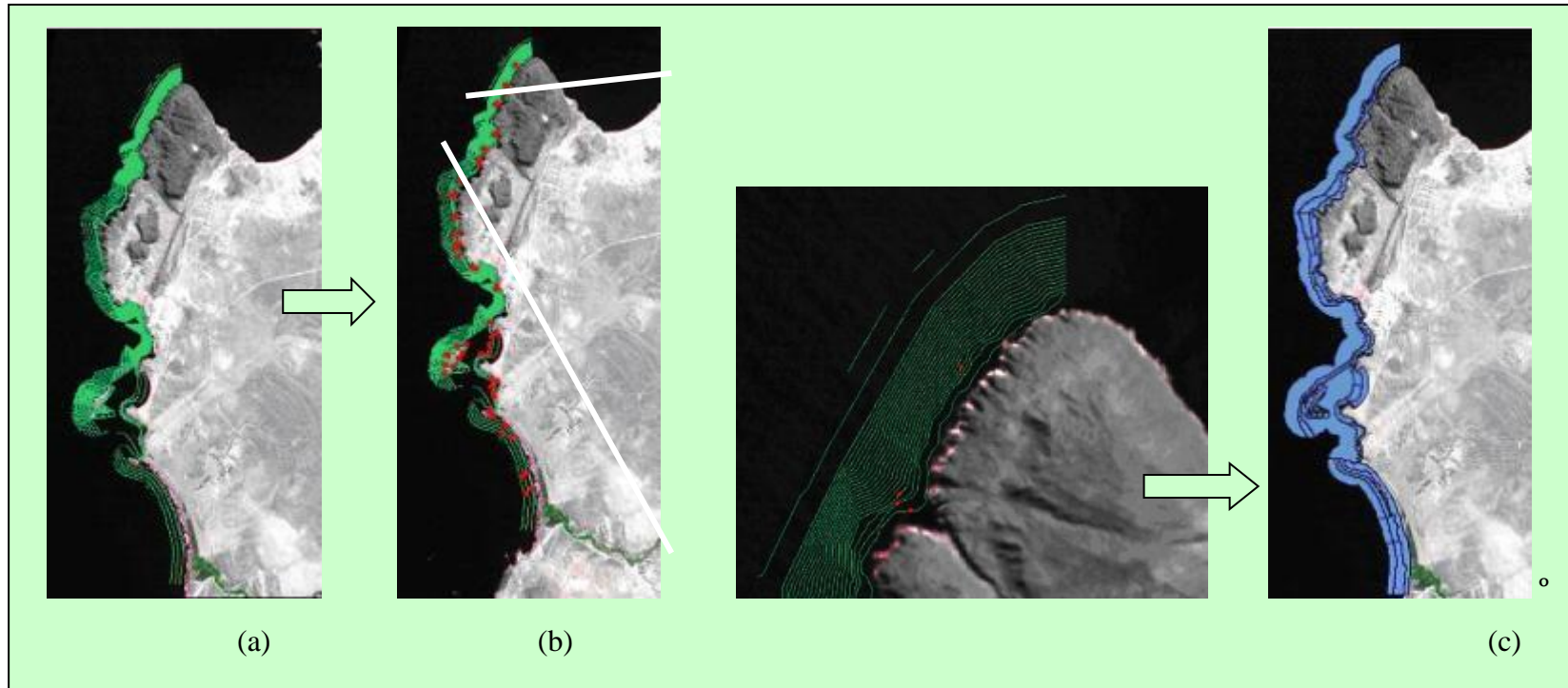


Figure 1: Steps for defining the homogeneous conservation units. (a) Schematic depth approach, (b) Establishment of the different communities/associations and the corresponding species abundances.

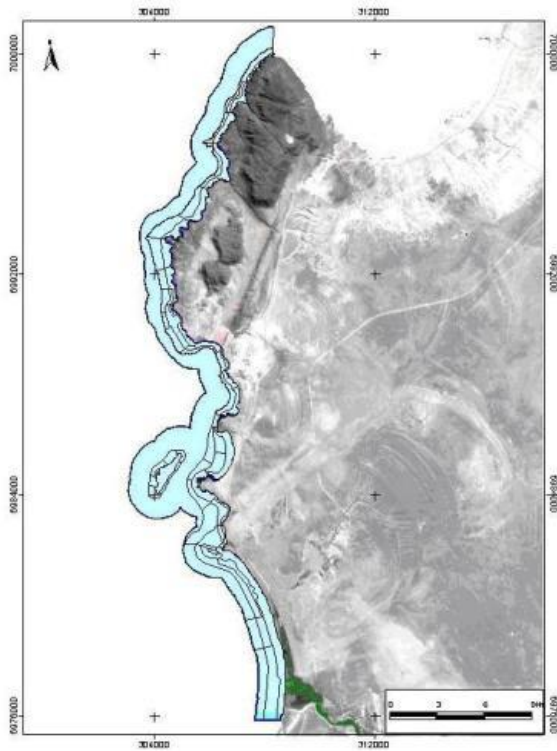


Figure 2: Conservation homogeneous units based on main shallow sub tidal Communities/associations at the “Isla Grande de Atacama” MUMPA.

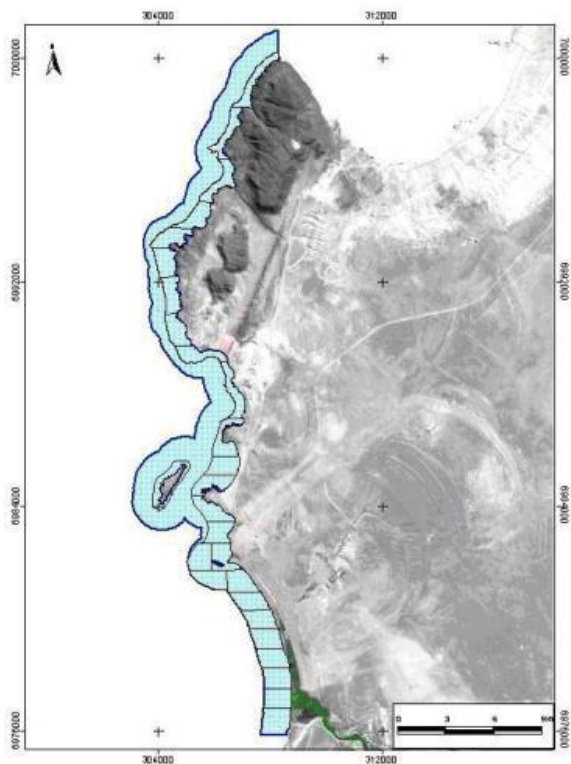
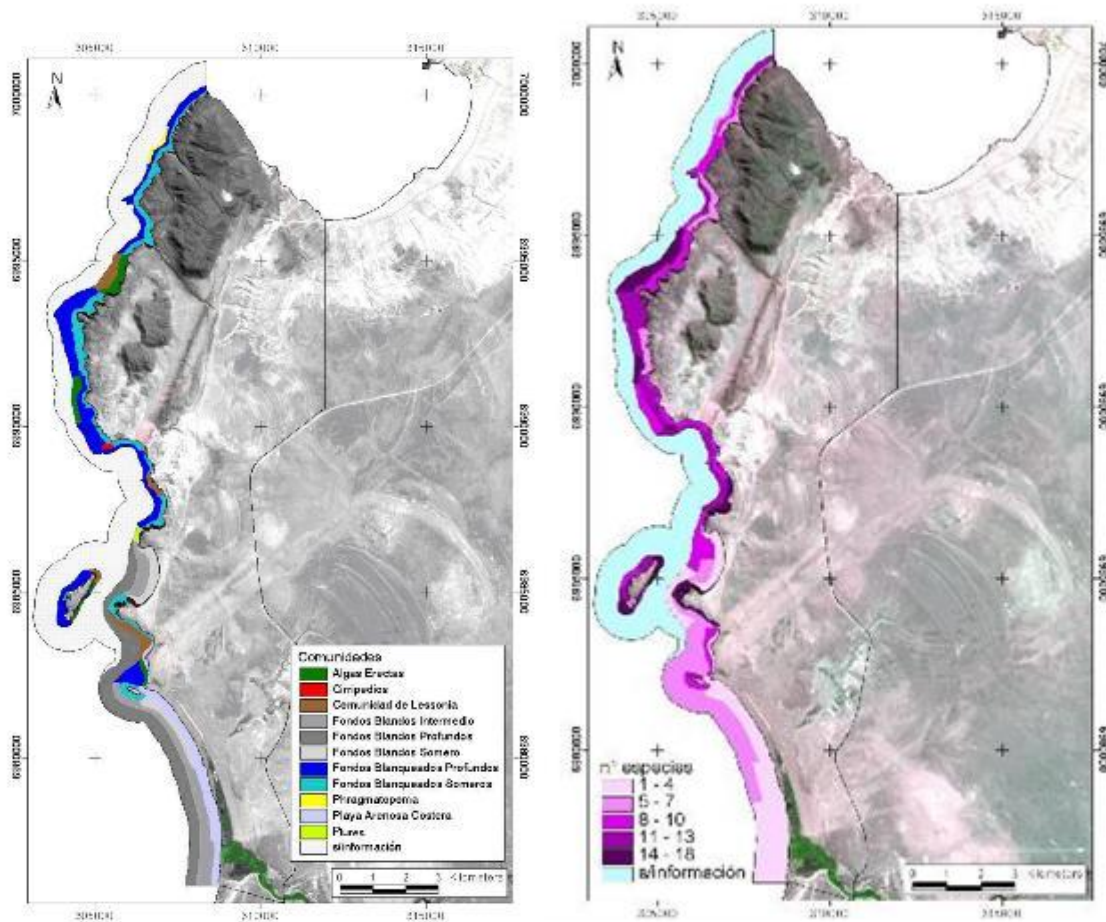
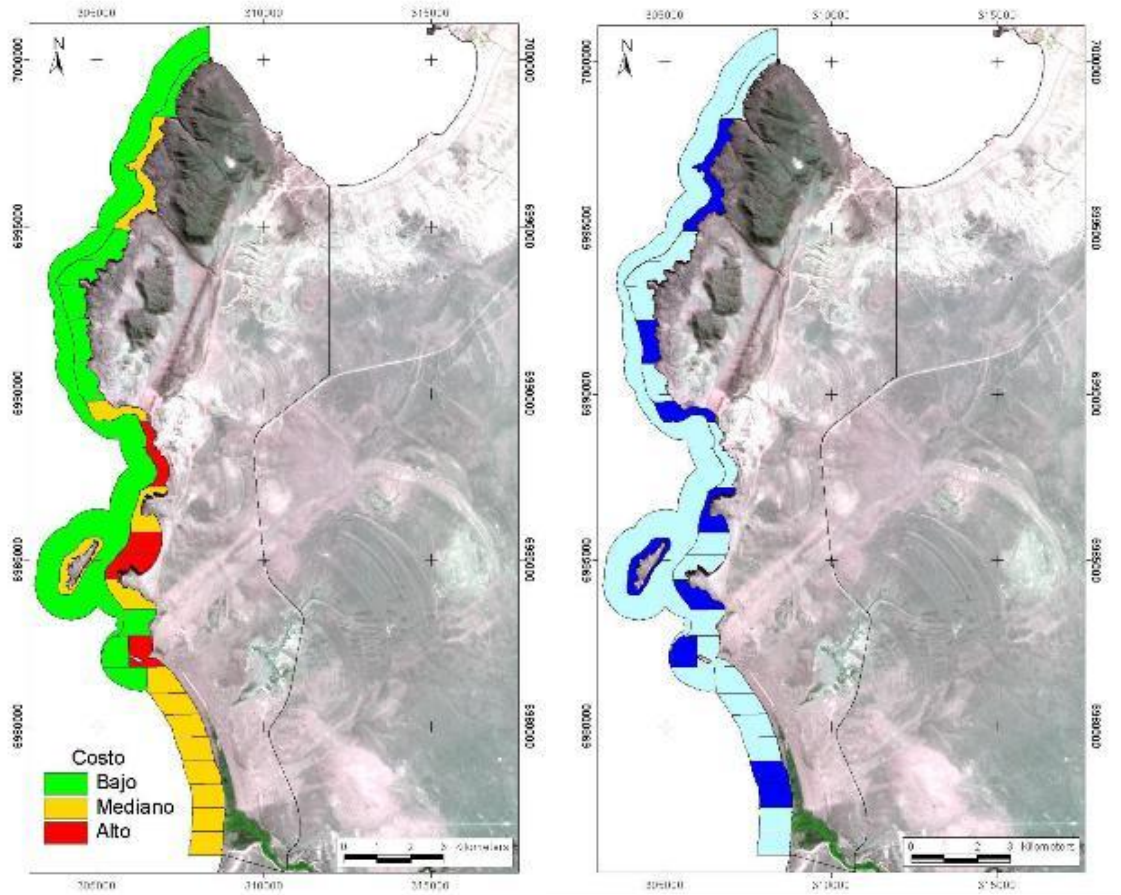


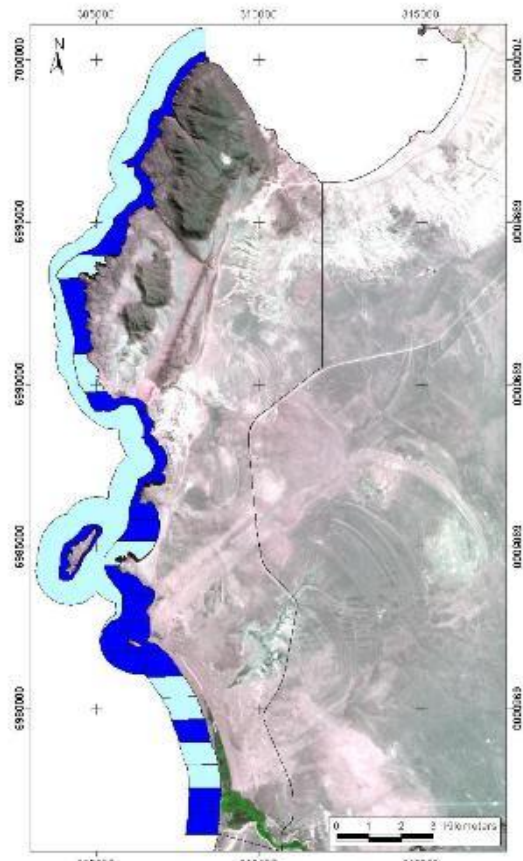
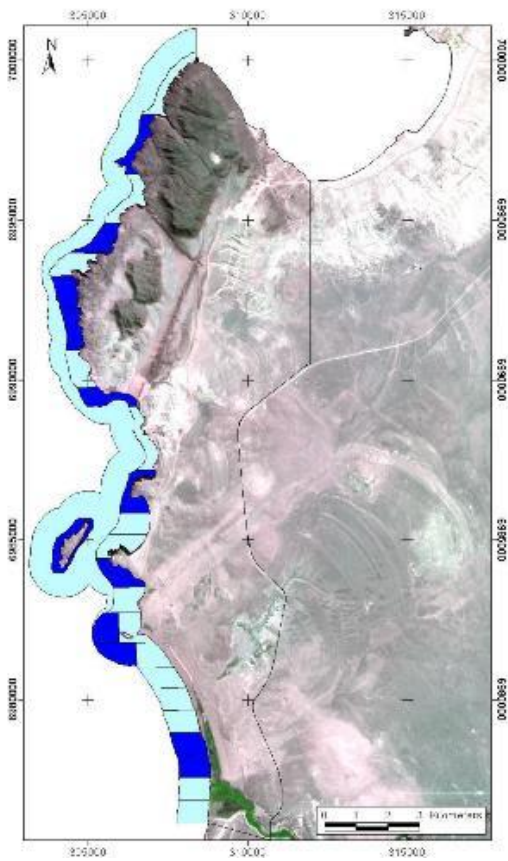
Figure 3: Twenty eight 70-ha analysis units (minimal mapping units) at the “Isla Grande de Atacama” MUMPA.



Left - Figure 4: Main shallow sub tidal communities/associations at the “Isla Grande de Atacama” MUMPA. The white fringe has no available information as it corresponds to depths greater than 30 m. Right - Figure 5: Species richness by Main shallow sub tidal communities/associations at the “Isla Grande de Atacama” MUMPA. The light-blue fringe has no available information as it corresponds to depths greater than 30 m.



Left - Figure 6: Total costs of conservation for each analysis unit. (Bajo= low, Mediano= medium, Alto= high). Right - Figure 7: Selected units for a 10% conservation goal.



Left - Figure 8: Selected units for a 20% conservation goal. Right - Figure 9: Selected units for a 50% conservation goal.

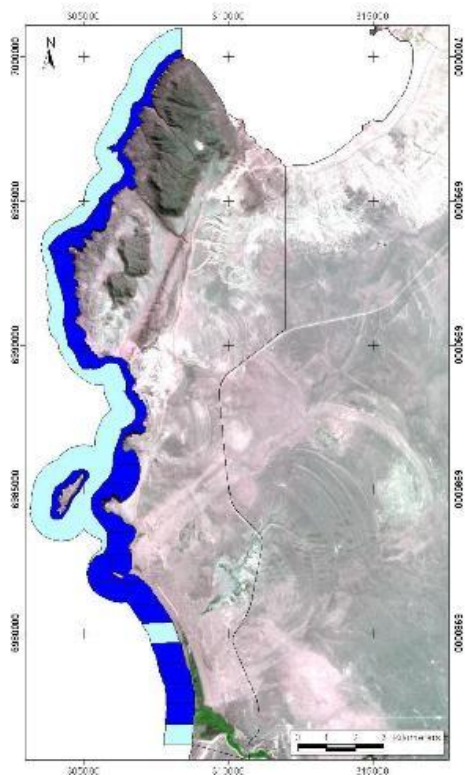


Figure 10: Selected units for a 70% conservation goal.

Three talks on the results of this project were presented at two meetings:

Gaymer, C.F., Rojas-Nazar, U., Garay-Fhlüman, R., Vásquez, J.A., Squeo, F., López, D. **2006**. Identificación de zonas con alta prioridad de conservación en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande de Atacama, Chile. Primer Seminario Internacional de Áreas Marinas Costeras Protegidas, Caldera, Chile.

Rojas-Nazar, U., Garay-Flühmann, R., **Gaymer, C.F.** **2006**. Identificación y zonificación de los principales usos en el área marina costera protegida Isla Grande de Atacama, Chile: bases para la identificación de sitios prioritarios para la conservación. Primer Seminario Internacional de Áreas Marinas Costeras Protegidas, Caldera, Chile.

Rojas-Nazar, U., **Gaymer, C.**, Vásquez, J., Garay, R. **2006** Selección de zonas con alta prioridad de conservación dentro de un área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) en la III Región de Atacama, Chile. XXV Congreso de Ciencias del Mar, Iquique, Chile.

Expenditures

4WD truck rental.	£900
Bus tickets.	£150
Boat rental.	£200
Payment for divers.	£400
Field supplies (plastic bags, tags, underwater resin, ropes, quadrats, buoys, measuring rods and ribbons, plastic containers, air-lift apparatus).	£500
Fuel.	£400
Food.	£400
Lodgement.	£500
Social field surveys	£400
Photographic supplies.	£150
Telephone calls.	£150
Office supplies (e.g. paper, toners, pencils, ink cartridges).	£150
Data analysis.	£400
Diffusion.	£300
TOTAL	£5000

Supplementary material

Identificación de zonas con alta prioridad de conservación en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande de Atacama, Chile

Gaymer, C.F.¹⁻², Rojas_Nazar, U.², Garay-Fhluman, R.¹⁻², Vásquez, J.A.²⁻¹, Squeo, F.³⁻¹, López, D.¹⁻³

¹Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

²Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte

³Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena

Larrondo 1281 Coquimbo, Chile

cgaymer@ucn.cl

La planificación de las AMPs requiere de la evaluación y mapeo (SIG) de la biodiversidad costera, el medio ambiente físico y las mayores amenazas, y de la identificación de sitios prioritarios a través de herramientas matemáticas de apoyo a las decisiones (HAD). Una aproximación sistemática maximiza la conservación a largo plazo de los ecosistemas, junto con tratar de reducir al mínimo el área y el perímetro que se abarque y los costos de conservación asociados a cada área.

En Chile la elección, designación y limitación de las AMPs se ha basado en el criterio de expertos y en algunos casos en opiniones de la comunidad y los sectores públicos, no existiendo un proceso transparente y sistemático que apoye las decisiones. Estas últimas permiten que el proceso de identificación sea transparente y sistemático, integrando variados tipos de criterios y parámetros para minimizar los costos de conservación. En el presente estudio se identificaron conjuntos de sitios prioritarios a conservar al interior del AMCP-MU Isla Grande de Atacama, III Región, aplicando la herramienta de apoyo a las decisiones *Spatial Portfolio Optimization Tool* (SPOT).

El área de estudio se encuentra entre Punta Morro (27° 06' 18,36" S; 70° 55' 51,81" O) y la desembocadura del Río Copiapó (27° 19' 15,63" S; 70° 55' 51,61" O) en la III Región, Comuna de Caldera. El AMCP-MU tiene una longitud aproximada de 30 km lineales y abarca un total de 290,03 ha de superficie terrestre y 3.549,01 ha de superficie marina. El AMCP-MU incluye numerosos ecosistemas costeros, intermareales y submareales representativos del sistema de surgencia del sistema de la corriente de Humboldt, los cuales son de gran importancia para la conservación y preservación de la biodiversidad marina y costera.

Se recolectó toda la información necesaria y que se considero de importancia para la realización de la propuesta de zonas a proteger (e.g. líneas bases anteriores, cartas batimétricas, usuarios, etc...). Se realizó una línea base preliminar de las playas de arena. A continuación se realizó la descripción de las principales comunidades encontradas en el submareal somero rocoso y arenoso, a partir de aproximaciones cuali- y cuantitativa, encontrándose 7

comunidades/asociaciones en las playas de rocas: fondos blanqueados someros, fondos blanqueados profundos, comunidad de *Lessonia*; cirripedios, *Phragmatopoma*, algas erectas y piures; mientras que en las playas de arena se encontraron tres asociaciones diferentes segregadas batimétricamente: fondos blandos someros, intermedios y profundos. Los principales costos de conservación del sistema estudiado fueron obtenidos de un estudio social preliminar donde se identificaron los principales usuarios del sistema, usos, lugares y temporalidad. Esto a partir de información existente, como también de levantamiento en terreno (e.g. georreferenciación de caminos formales e informales, entrevistas). Con toda la información anterior se generó una base de datos de múltiples capas en formato Arc View, se definieron las unidades homogéneas de conservación en base a las comunidades del submareal somero y a una batimetría esquemática de aproximación. Luego se definieron 28 unidades de análisis de ~70 ha (polígonos) que contenían toda la información biológica y social. A continuación se determinaron criterios explícitos de conservación, excluyendo las áreas de manejo que existen en el AMCP-MU. Se analizaron 4 metas de conservación (10, 20, 50 y 70%).

Con una meta del 10% SPOT seleccionó 10 de las 28 unidades de análisis, donde las comunidades de cirripedios y piures fueron seleccionadas en un 100%. Las unidades seleccionadas presentaron costos de conservación bajos y medios, o sea SPOT priorizó zonas con menores riesgos de conflictos potenciales. El número de unidades aumento a 12 con una meta del 20%, aumentando el número de unidades con bajo costo y disminuyendo aquellas con costo medio. Con una meta del 50%, el 73.8 % del área analizada (1395.07 ha) fue priorizada y las comunidades de *Lessonia* y *Phragmatopoma* fueron seleccionadas en un 100 %. En este escenario, se incorporaron 3 unidades con alto costo de conservación y se privilegió una baja fragmentación.

Este es el primer estudio en Chile donde se utiliza una HAD para identificar sitios prioritarios en el submareal somero, basándose en las principales comunidades e incorporando indicadores sociales. Esta metodología podría replicarse en cualquier zona donde se pretenda establecer sectores con prioridad de conservación a lo largo de la costa Pacífico sur.

Este proyecto fue financiado por The Rufford Maurice Laing Foundation (UK) y contó con el apoyo los sindicatos de pescadores y asociaciones gremiales de Caldera y del proyecto GEF-Marino.

Identificación y zonificación de los principales usos en el área marina costera protegida Isla Grande de Atacama, Chile: bases para la identificación de sitios prioritarios para la conservación

Rojas-Nazar, Ursula¹; Garay-Flühmann, Rosa^{2,1}; Gaymer, Carlos F.^{2,1}

¹ Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. Larrondo 1281, Coquimbo, Chile

² Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

ursula2312@gmail.com; rgaray@ucn.cl; cgaymer@ucn.cl

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) son una herramienta útil en la protección de la biodiversidad marina, para proteger y mejorar el manejo de los recursos marinos, constituyendo un componente importante en la conservación de la vida en el océano basado en el ecosistema.

Durante el año 2005-2006 se realizó un estudio socio-ecológico de las principales actividades antrópicas en el AMCP-MU Isla Grande de Atacama con el objeto de identificar y zonificar sus principales usos. Para esto se realizó una investigación preliminar que incluyó revisiones de informes, visitas a la zona de estudio y una encuesta con preguntas abiertas y cerradas a los principales usuarios asociados a la extracción artesanal de recursos bento-pelágicos de la zona. Paralelamente se georreferenciaron todos los caminos formales e informales que existían en el área de estudio y se identificaron todas las construcciones encontradas en el borde costero para identificar las principales zonas de actividad humana.

La encuesta fue aplicada a una muestra de ~135 usuarios (pescadores, buzos y recolectores de orilla), identificando sus principales actividades y determinando la ubicación espacial y temporal de éstas en el AMCP-MU. La información fue codificada y analizada para cada una de cuatro categorías de usuarios; pescadores, buzos, recolectores de orilla y turistas (estos últimos a partir de información proporcionada por las tres primeras categorías), generándose un mapa georreferenciado de zonas de uso a lo largo del AMCP-MU, según cuatro categorías de uso: bajo, medio, alto e intenso.

Los sitios de acceso al área de estudio fueron definidos en dos categorías: (1) de acceso terrestre y (2) de acceso marítimo. Los sitios de acceso más frecuentes para los algueros y buzos fueron Chañarcillo, Chorrillos, Salto del Gato y Cisnes (acceso terrestre), y para los pescadores artesanales el Puerto de Caldera y Puerto Viejo (acceso marítimo). Los sitios de mayor explotación continua para los algueros correspondieron a Punta Morro, Quebrada las Torres, Chañarcillo, Chorrillos y Playa Cisnes. En estos sitios el recurso más explotado es el alga parda *Lessonia trabeculata*. Los sitios más explotados por los buzos fueron Chorrillos y Salto del Gato, seguidos por Chañarcillo y Cisnes, y los recursos más extraídos fueron los moluscos, equinodermos y peces. Para los pescadores los sitios de mayor explotación fueron Punta Morro, Punta Totoral, Cisnes y la bahía Copiapó, y los recursos más explotados el congrio, dorado, jurel y la cojinoba.

Estos resultados fueron comparados con los sitios de explotación ocasional y con aquellos sitios que son considerados como los mejores, ya sea por abundancia de recursos, condiciones oceanográficas y facilidad de acceso. A pesar de que el AMCP-MU no cuenta con los suministros básicos para recibir a turistas, estos visitan constantemente el área, principalmente entre los meses de diciembre y marzo, realizando actividades como camping, deportes acuáticos y extracción de recursos en el intermareal. De acuerdo con los encuestados, las zonas más visitadas por los turistas fueron Chorrillos, Salto del Gato, Playa Cisnes, Cisnes y bahía Copiapó.

La información de las diferentes categorías de usuarios fue cruzada para generar un mapa georreferenciado de costos de conservación (bajo, medio, alto), basado en las zonas de explotación continua. Esto fue utilizado en un estudio paralelo para identificar zonas prioritarias de conservación. De norte a sur las zonas con mayor costo de conservación fueron Chorrillos, Salto del Gato, Playa Cisnes, Cisnes y los islotes Chatas.

La información obtenida muestra un diagnóstico base de la situación actual en la que se encuentra la AMCP-MU de la III región. Estos antecedentes permitirán identificar los principales conflictos sociales potenciales en el AMCP-MU, orientar en la toma de decisiones para seleccionar sitios prioritarios para la conservación y las futuras medidas administrativas necesarias para la apropiada implementación del AMCP-MU.

Este tipo de estudios contribuye a la incorporación y valoración de las comunidades locales que han sido los usuarios históricos del AMCP-MU Isla Grande de Atacama y potencialmente facilitar el proceso de implementación de las medidas administrativas.

Este proyecto fue financiado por The Rufford Maurice Laing Foundation (UK), y contó con el apoyo de los sindicatos y la asociación gremial de buzos, pescadores y algueros de Caldera.