

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ORDENAMIENTO
AMBIENTAL MINERO DE CHUBUT**

SIGOAM

Proyecto de Zonificación Provincial

Ley XVII N° 68 (Ex. L 5001), Ley XVII N° 84 (Ex L 5504) y Ley XVII N° 90

Memoria Técnica

Marzo 2011

Dirección

Secretario de Hidrocarburos y Minería

Cdor. Luis E. Tarrío.

Coordinación General

Dra. Marisa Mamet¹

Equipo Técnico

Lic. en Geología Pedro Vera²

Lic. Fabiana Menedin³

Lic. en Geología Erico Bianchi³

Análisis Legal

Dra. Ma. Eugenia Maza³

Dr. Sebastián Papaiani³

Registro Gráfico

Alejandro Gardella³

Relevamiento a campo

Ennio Arana³

Guillermo Lacanette³

Denis Bomavia³

¹ Directora General de Minas y Geología

² Consultor Independiente

³ Técnico de la Dirección General de Minas y Geología

Tabla de Contenidos

INTRODUCCION	5
OBJETO	5
RESUMEN EJECUTIVO	5
EL DESARROLLO SUSTENTABLE	7
LA MINERÍA COMO DISPARADOR DEL DESARROLLO	7
SUSTENTABILIDAD	8
<i>Hacia un Ordenamiento Territorial</i>	9
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	11
<i>Sistemas de Soporte a la Decisión Espacial. SSDE</i>	11
INFORMACION DE BASE	12
RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN	12
<i>Confiabilidad de la Información</i>	14
<i>Calidad de la información</i>	14
INFORMACIÓN SISTEMATIZADA	15
CONSTRUCCIÓN DE MAPAS	17
<i>Georreferenciación</i>	17
<i>Informe Legal</i>	17
<i>Áreas Naturales Protegidas</i>	17
<i>Comunidades Aborígenes</i>	19
CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SSDE	19
TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	19
LOS PESOS DE LAS VARIABLES	19
EVALUACIÓN MULTI CRITERIO (EMC)	19
DESCRIPCIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS – EVIDENCIAS	19
TRATAMIENTO DE CAPAS VALORATIVAS	19
<i>Hidrografía Proyecto PASMA Chubut</i>	19
<i>Receptividad Ganadera Ovina</i>	19
<i>Áreas Naturales Protegidas (ANP)</i>	19
<i>Mapa de Desertificación</i>	19
CONSTRUCCION DEL MODELO FINAL	19
DETERMINACIÓN DEL PESO DE LAS VARIABLES	19
SUMA PONDERADA	19
SUPERPOSICIÓN DE LAYERS	19
PROCEDIMIENTO DE EVALUACION MULTICRITERIO	19
CONSIDERACIONES DE LA INFORMACIÓN DE BASE	19
MAPA AMBIENTAL MINERO	19
MODIFICACIONES AL MODELO FINAL	19
CREACIÓN DE BUFFERS	19
INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES	19
CONCLUSIONES	19
OTRAS CONSIDERACIONES	19
PROPUESTA PARA LA REGLAMENTACIÓN DE EXPLOTACIÓN MINERA PARA LAS DISTINTAS ZONAS SEGÚN SENSIBILIDAD SOCIO AMBIENTAL	19

Tabla de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 COMPONENTES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.	9
ILUSTRACIÓN 2 ESQUEMA CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE LOS USOS DEL SUELO	12
ILUSTRACIÓN 3 PASOS EN EL PROCESO DE SDSS.	19
ILUSTRACIÓN 4 HIDROGRAFÍA PASMA - RESULTADO DE LA RECLASIFICACIÓN	19
ILUSTRACIÓN 5 DISPONIBILIDAD DE FORRAJE- RESULTADO DE RECLASIFICACIÓN	19
ILUSTRACIÓN 6 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS - RESULTADO DE RECLASIFICACIÓN	19
ILUSTRACIÓN 7 MAPA DE DESERTIFICACIÓN - RESULTADO DE RECLASIFICACIÓN	19
ILUSTRACIÓN 8 MODELO PRELIMINAR 1	19
ILUSTRACIÓN 9 MODELO PRELIMINAR 2	19
ILUSTRACIÓN 10 MODELO PRELIMINAR 3	19
ILUSTRACIÓN 11 MODELO PRELIMINAR 4	19
ILUSTRACIÓN 12 PORCENTAJE DE AÉREAS SEGÚN SENSIBILIDAD SOCIO AMBIENTAL.	19
ILUSTRACIÓN 13 MODELO PRELIMINAR 5	19
ILUSTRACIÓN 14 MODELO PRELIMINAR 6	19
ILUSTRACIÓN 15 MODELO FINAL	19

INTRODUCCION

Objeto

El presente trabajo se ha realizado en virtud de lo dispuesto por las leyes XVII N° 68 (Ex. L5001), XVII N° 84 (Ex L5504), y XVII N° 90. Tiene por objeto sentar las bases de ordenamiento territorial que permitan definir los criterios para el desarrollo de una actividad minera sustentable en el ámbito de la Provincia del Chubut.

Resumen Ejecutivo

Para que la existencia de minerales tenga una correlación positiva con la generación de riqueza, y sea disparador del desarrollo en países pobres, se requiere de una política eficiente que involucre tanto los aspectos económicos de la actividad, como el análisis social y ambiental, los tres factores que involucran la generación de sectores productivos económicos competitivos y sustentables a largo plazo.

Por acta acuerdo suscripta el día 17 de mayo de 2008, y las actas de adhesión a la misma por parte de las provincias, a la cual Chubut adhiere, se sentaron las bases del Consejo Federal de Planificación y Ordenamiento Territorial. El presente trabajo considera las definiciones sentadas en éste marco.

A fin de construir el Mapa Ambiental Minero, en primer lugar se construyó un Sistema de Información Geográfico (SIG). La recopilación de información comienza a mediados del año 2007. La información relevada fue calificada en función de su grado de certeza en cuanto a ubicación geográfica. Se realizaron chequeos en terreno de algunos sitios que registraban inconsistencias. Posteriormente, en el año 2010, una vez cargada y georreferenciada la información, la misma se remitió a los organismos pertinentes a fin que corroboraran la certeza de los datos plasmados.

Se incluyeron 14 mapas. Además se construyeron dos mapas: Areas Naturales Protegidas y Comunidades Aborígenes. Toda la información fue analizada por los especialistas legales y técnicos en gestión de datos geográficos. Se realizaron informes de ubicación geográfica, y legales específicos para éstos temas. Surgieron informes sobre restricciones al dominio y compatibilidad con la actividad minera.

Salvando algunas deficiencias en cuanto a la calidad de la información presente en los distintos organismos, se construyó un SIG a partir del cual se construyó un mapa ambiental minero. Se utilizó el sistema de coordenadas Posgar 94, atribuyendo todos los contenidos de trabajo a la faja 2. En las bases de datos del SIG se describen las restricciones al dominio de

cada entidad graficada. Se generaron dos niveles de restricciones: tácitas y expresas. Una restricción expresa es aquella que está avalada por legislación pertinente. La restricción tácita por lo contrario, si bien no está legalmente creada, se encuentra en proceso de creación.

Las comunidades aborígenes se incluyen en el SIG, junto a otras capas como ejidos municipales, como una herramienta para la toma de decisiones de localización.

El Modelo final se construyó en base a las capas de "Presencia de Agua Superficial Permanente", capa de mayor valor, considerando que posee la mayor percepción de valor subjetiva de parte de la población. La "Presencia de Actividades Económicas" se construyó a partir del indicador de actividad agropecuaria para Chubut, siendo la actividad que mayor cobertura territorial presenta. Se incluye también la capa de "Deterioro del suelo" a través del mapa de Desertificación de Chubut. Por último se grafica el "Valor paisajístico o sensibilidad visual", la cual refleja el área circundante a zonas naturales protegidas, reservas y áreas de valor cultural. Se confeccionó un área buffer de 5 km. a las áreas protegidas y a sus caminos de acceso.

Se integró el modelo mediante un Sistema de Soporte de Decisiones Espaciales, SSDE, para lo cual se aplican a cada variable un factor de peso o importancia en el conjunto.

Respecto a la denominación de cada categoría, se definen en base a la presencia o ausencia de factores concurrentes para el desarrollo de actividades económicas tradicionales o actividades industriales extractivas.

Se categorizaron las áreas en 5 niveles, según grado de sensibilidad socio ambiental. Se observa que las zonas favorables para las economías dependientes de la calidad de los suelos ocupan un pequeño porcentaje del total del territorio. En contrapartida, un gran porcentaje del territorio provincial posee capacidades importantes para el resto de las economías, entre ellas la minería.

Como utilidad adicional, el presente trabajo podría ser utilizado como una base para el desarrollo de un SIG provincial.

Justificación

Para que la existencia de minerales tenga una correlación positiva con la generación de riqueza, y sea disparador del desarrollo en países pobres, se requiere de una política eficiente que involucre tanto los aspectos económicos de la actividad, como el análisis social y ambiental, los tres factores que involucran la generación de sectores productivos económicos competitivos y sustentables a largo plazo.

La Agenda 21 sugiere que: "Todos los países deberían considerar apropiado llevar a cabo un inventario nacional completo de sus recursos, para establecer un sistema de información del territorio en el que los recursos se clasificarían según sus usos más apropiados, y se identificarían áreas ambientalmente frágiles o propicias para la producción de desastres para tomar las correspondientes medidas especiales de protección. El objetivo general debería ser mejorar o cambiar la organización en el proceso de toma de decisiones, para que la consideración de asuntos socioeconómicos y medio ambientales se pueda integrar completamente en el mismo y se asegure la participación pública".

Por otro lado, por acta acuerdo suscripta el día 17 de mayo de 2008, y las actas de adhesión a la misma por parte de las provincias, a la cual Chubut adhiere, se sentaron las bases del Consejo Federal de Planificación y Ordenamiento Territorial. En base a éstos fundamentos, y con el objetivo de sentar las bases de ordenamiento territorial que permitan definir los criterios para el desarrollo de una actividad minera sustentable en el ámbito de la Provincia del Chubut la Dirección General de Minas y Geología a trabajado en formular el presente Mapa Ambiental Minero de Chubut.

Los Sistemas de Información Geográfica se han convertido en una herramienta esencial para el manejo y tratamiento de los datos geográficos. Se trata de técnicas multicriterio, indispensables para un modelo de localización óptima, donde converge información de la Geografía, Ciencias Sociales Integradas Espacialmente, y la Geocomputación. En este contexto los estudios geográficos mediante tecnologías digitales permiten realizar una gestión espacial y planificación territorial estratégica, con la finalidad de conseguir mayor eficiencia en sus funciones y llevar mayor equidad a sus habitantes.

La mayoría de los problemas en Geografía Humana carecen de una respuesta única, ésta se encuentra altamente vinculada a las características sociales regionales. La decisión locacional a través de Sistemas de Información Geográfica genera un mecanismo para tomar decisiones en el cual intervienen el riesgo de la decisión locacional junto con un nivel de compensación a través de valores de ponderación de los factores considerados para la búsqueda del resultado.

A fin de definir un modelo que permita ordenar la actividad minera en la Provincia, se procedió a recabar toda la información georreferenciada existente en Chubut. El SIG ambiental minero comienza a mediados del año 2007. La información relevada fue calificada en función a su

grado de certeza en cuanto a ubicación geográfica. Posteriormente, en el año 2010, una vez cargada y georreferenciada la información, la misma se remitió a los organismos pertinentes a fin que corroboraran la certeza de los datos plasmados

De éste proceso se llega a la conclusión que la información disponible y/o accesible en el sector público, presenta entre otras características, grandes dispersiones de esfuerzos con diversos niveles de organización, de detalle y de actualización, existencia de importantes vacíos de información, reducida disponibilidad de recurso humano especializado; escasa inversión en investigación y desarrollo; escasa valorización del posicionamiento geográfico de la información; reducida tasa de intercambio de información condicionando una excesiva (y onerosa) duplicidad de esfuerzos para la generación de información similar, y la resultante incompatibilidad de datos, por falta de estándares o acuerdos generalizados de trabajo.

Salvando estas deficiencias, la información presente en los distintos organismos permitió construir un SIG a partir del cual se construyó un mapa ambiental minero.

EL DESARROLLO SUSTENTABLE

La Minería como disparador del Desarrollo

El presente trabajo pretende dar una estructura que permita analizar y evaluar decisiones en base a una zonificación minera ambiental, en torno a objetivos y componentes que aseguren su sustentabilidad social y económica; territorial y ambiental; política e institucional.

Desde el punto de vista social y económico, las estrategias de intervención deben orientarse a la generación, recomposición y/o mejoramiento de las tramas productivas locales y su integración dinámica a las cadenas de valor, de modo tal que se produzca un incremento en los ingresos y de las oportunidades de empleo. Este proceso debe ir acompañado, necesariamente, por el mejoramiento del capital social, concebido como un entramado de relaciones sociales y productivas fuertemente influido por la calidad de la educación, la salud, de la infraestructura habitacional y de los servicios públicos provistos localmente, aspectos que inciden sobre los niveles de pobreza y las desigualdades de ingreso que afectan a los territorios.

La minería es una actividad que explota un recurso no renovable. Por lo tanto al instalarse la actividad minera en una zona nueva, esta debe ser acompañada con una serie de herramientas que permitan el desarrollo integral de una región, a partir del desarrollo de una economía que genera un derrame económico local y regional muy importante.

Cada vez más vemos en Argentina acompañando a proyectos mineros, el desarrollo de una serie de inversiones relacionadas con la educación, la salud, emprendimientos agrícolas y ganaderos, economías artesanales de distinta índole.

Sin embargo, llegado a éste punto, con tantos elementos positivos para la configuración de un Desarrollo Sustentable, es necesario que el Estado tome su rol de guiar la inversión en forma

adecuada, para complementar y direccional las inversiones mineras en la construcción de sectores competitivos a largo plazo.

El Término Desarrollo Sustentable se utilizó por primera vez en 1987, en el Informe Brundtland. Pese al tiempo transcurrido desde entonces, el cambio en cuanto a la idea de sustentabilidad ecológica, económico y social del desarrollo en general no se ha incorporado aún a las políticas de desarrollo de los países de segunda línea, y sobre todo en la implementación de proyectos mineros. Sin embargo, las grandes empresas mineras, tal vez por la visión a largo plazo que implican sus inversiones, y a partir del rechazo social basado en las malas prácticas de algunos emprendimientos, han elaborado una serie de protocolos que de alguna manera tratan de encauzar sus actividades en un marco que permita generar cierres de mina no conflictivos.

Este comportamiento amigable con la sociedad y el medio ambiente se da en un marco de monitoreo por parte de entidades financieras, que resguardan sus inversiones de posibles desastres como los de antaño. Sin embargo, analizando los protocolos de sustentabilidad de las empresas mineras, encontramos una serie de mecanismos y herramientas provenientes de áreas sociales, agroeconómicas, ambientales, pero no encontramos el hilo estratégico que conduce el Desarrollo hacia la Sustentabilidad, hacia la generación de sectores económicamente competitivos a largo plazo.

La minería es una actividad económica como tantas, cuyo objetivo es obtener renta de su inversión. Dadas las características de ésta inversión, ha sido factible que las empresas mineras incorporen a sus costos de producción el costo de implementar Proyectos de Desarrollos Alternativos. Encontrar un compromiso social y comunitario en un sector particular de la economía es por demás extraño. No hay parangón de éste comportamiento en otras actividades económicas extractivas, como el petróleo, o actividades no extractivas pero que degradan el recurso, dado que su tasa de extracción es superior a la de recuperación, como la pesca o la ganadería ovina en zonas áridas.

Sin embargo, llegado a éste punto, con tantos elementos positivos para la configuración de un Desarrollo Sustentable, es necesario que el Estado tome su rol de guiar la inversión en forma adecuada, para complementar y direccional las inversiones mineras en la construcción de sectores competitivos a largo plazo.

Sustentabilidad

El quinto principio de la Agenda 21⁴ sugiere que todos los Estados y todas las personas deberían cooperar en la tarea esencial de erradicar la pobreza como un requisito imprescindible para el desarrollo sostenible. El objetivo sería disminuir las disparidades en el

⁴ <http://www.un.org/esa/sustdev/>

nivel de vida y satisfacer mejor las necesidades de la mayoría de las personas del mundo. Esto implica, no sólo un desarrollo sostenible inter-generacional, sino también intra-generacional.



Ilustración 1 Componentes del Desarrollo Sostenible.⁵

Entre los recursos se encuentran el agua subterránea, los suelos óptimos para uso agrícola y los depósitos minerales con materias primas (metales, arenas, gravas, calizas).

La organización del medio ambiente fue un motivador principal en el desarrollo de los SIG, y un área de aplicación mayor de los mismos, a lo largo de su historia. El primer SIG, el Sistema de Información Geográfica de Canadá, se desarrolló a mitad de la década de los 60 para proporcionar al Gobierno de Canadá una localización de sus recursos, su utilización y su administración (Bosque, 1997; Goodchild, 2003). Además, las nuevas tecnologías, en particular la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, han supuesto un gran impacto en los estudios de riesgos (Chester, 2002).

Hacia un Ordenamiento Territorial

La planificación y el ordenamiento territorial, herramientas fundamentales del Estado y la Sociedad para la organización de la ocupación y uso del territorio, son la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de toda sociedad.

Son múltiples los objetivos que se persiguen, entre ellos el desarrollo socioeconómico y equilibrado de las regiones, la mejora de la calidad de vida, la gestión responsable de los recursos naturales, la protección del medio ambiente, y por último, la utilización racional del territorio.

⁵ En base a María Teresa Lamelas Gracia.

Consejo Federal de Planificación y Ordenamiento Territorial

Por acta acuerdo suscripta el día 17 de mayo de 2008, y las actas de adhesión a la misma por parte de las provincias, a la cual Chubut adhiere, se sentaron las bases del Consejo Federal de Planificación y Ordenamiento Territorial. Consideraremos las definiciones sentadas en éste marco, que a continuación se describen:

- Se entiende por territorio al espacio geográfico resultante de la dinámica de los procesos sociales, políticos económicos, culturales y ambientales que configuran un modelo territorial determinado. Este modelo territorial es la materialización del proceso de producción del espacio que la sociedad realiza y expresión visible de los conflictos y oportunidades inherentes a su estilo de desarrollo.
- El ordenamiento territorial es un instrumento de política pública, destinado a orientar el proceso de producción social del espacio, mediante la adopción de medidas dirigidas al logro de objetivos que los actores sectoriales por si solos no podrían alcanzar.
- El ordenamiento territorial se realiza sobre la base de un proceso de planificación estratégica territorial, del cual resulta una visión de futuro que establece lineamientos para el alcance del desarrollo equitativo y sustentable de un territorio, en el marco de la formación de consensos sociales y de un adecuado análisis de escenarios prospectivos.
- El ordenamiento del territorio es una competencia de las autoridades políticas, así como la implementación de medidas concretas para alcanzar metas socialmente deseables.
- En este marco, es rol de las provincias determinar cuál es el plan estratégico productivo en el cual ha decidido promover, asistir, subsidiar, realizar planes de fomento, y en función de ello determinar las localizaciones óptimas de cada actividad.

La ubicación de un proyecto minero genera un impacto económico muy importante en una región. Tiene características muy específicas: generan un gran movimiento económico durante la vida útil de la mina, tienen capacidad de realizar un gran aporte en inversiones básicas, pueden asistir mediante una estructura de personal muy competente a las comunidades aledañas. Estas características deben considerarse como un disparador del Desarrollo.

Para ello es necesario contar con herramientas que permitan definir en que lugares del territorio provincial es estratégicamente significativo el desarrollo de la minería, en función de las características socio ambientales y económicas de la región, con el adecuado resguardo de regiones naturales frágiles, donde hay riesgos de contaminación, o impactos negativos, como así también del patrimonio cultural y turístico. Con éste fin, se ha desarrollado un Sistema de toma de decisiones, comenzando con el ordenamiento de la

información existente, y con el objeto de tomar decisiones de zonificación para la actividad minera.

Sistema de Información Geográfica

Un SIG es una herramienta fundamental para el análisis de las localizaciones, distribuciones, asociaciones, interacciones y evoluciones espaciales al abordar principalmente la relación entre las sociedades y su entorno, y la diferenciación de áreas sobre la superficie terrestre.

En este contexto los estudios geográficos mediante tecnologías digitales permiten realizar una gestión espacial y planificación territorial estratégica, con la finalidad de conseguir mayor eficiencia en sus funciones y llevar mayor equidad a sus habitantes.

Un SIG combina bases de datos alfanuméricas y gráficas, y se referencian espacialmente a un sistema de coordenadas geográficas. La Geoinformática es un campo muy amplio. Se generan “modelos” en este caso “modelos socioespaciales” es decir, representaciones correspondientes a la relación sociedad-espacio a partir de los atributos localizados que se han medido en la población. Estos sistemas permiten realizar una planificación racional que tiene como objeto máximo ayudar al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Esta mejora en la calidad de vida indudablemente debe contemplar múltiples dimensiones y como no existe ciencia que pueda abarcarlas en su totalidad, el análisis socioespacial con sistemas de Información Geográfica brindará elementos para actuar sobre las desigualdades espaciales. Para ello la evaluación multicriterio es uno de los procedimientos de mayor importancia para la toma de decisiones locacionales en el análisis socioespacial.

Por ello se presenta el “SIG Ambiental Minero” como una herramienta para la toma de decisiones de zonificación para actividades mineras, y el “Mapa Ambiental Minero” como una opción óptima de localización, en función de los indicadores socioambientales considerados como significativamente relevantes, en un determinado momento y contexto ambiental dados.

Sistemas de Soporte a la Decisión Espacial. SSDE

En los últimos años, el desarrollo de Sistemas de Soporte a la Decisión Espacial (Spatial Decision Support System, SDSS) ha supuesto una ayuda considerable en los esfuerzos por resolver conflictos, entre los diferentes usos del suelo, que aparecen comúnmente en el proceso de ordenación sostenible del territorio.

Es a partir aproximadamente del año 1991 (Gómez-Delgado y Barredo, 2005), en la denominada cuarta etapa de evolución en los SIG, cuando se desarrollan los análisis de decisión, encontrándose los encargados de la gestión de estos sistemas ciertas carencias analíticas que presentaban estos sistemas, con lo cual era frecuente la integración de técnicas y programas compatibles con los SIG para de algún modo poder utilizar a plenitud su potencial

en cuanto a rapidez, volumen y procesamiento de datos espaciales. Los trabajos de Voogd (1983), Janssen y Rietveld (1990), Carver (1991), Can (1993), Pereira y Duckstein (1993), Barredo y Bosque (1995), Bosque et al. (1999), Thill (1999), Eastman et al., (1993), entre muchos otros, indican la tendencia de integración de técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) y SIG, tratando de solventar de algún modo las carencias analíticas de los SIG (Gómez-Delgado y Barredo, 2005).

Según Jankowski (1995), se siguen dos tipos de estrategias para intentar paliar estas deficiencias: a) resolver este tipo de problemas a través de los Sistemas de Soporte a la Decisión Espacial (SDSS, Spatial Decision Support System) o b) recurriendo a la integración de los SIG y determinados módulos analíticos especializados.

Los SDSS combinan, por tanto, los beneficios de los SIG y las metodologías de apoyo a la toma de decisiones (técnicas de Evaluación Multi Criterio - EMC) y son, por este motivo, convenientes para apoyar el desarrollo sostenible de las zonas provinciales por medio del análisis de la capacidad del terreno para acoger un determinado uso del suelo.

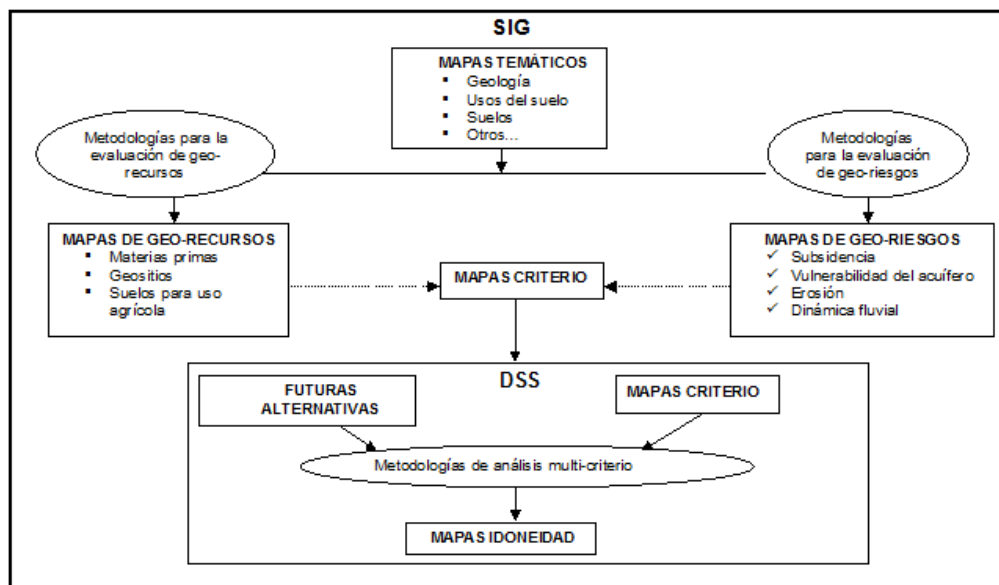


Ilustración 2 Esquema conceptual para el análisis de los usos del suelo⁶

INFORMACION DE BASE

Relevamiento de Información

A mediados del año 2007 se inicia el trabajo de relevamiento y recopilación de información georreferenciada, a fin de elaborar el mapa ambiental minero. Se solicitó a los organismos que

⁶ Spatial Decision Support System –SDSS- como la integración de Decision Support Systems –DSS- en un SIG. Elaboración propia en base a María Teresa Lamelas Gracia.

informen sobre la ubicación espacial de los distintos sitios o áreas protegidas con algún tipo de legislación, áreas especiales, de interés cultural, natural, educativo, etc.

Se cursó solicitud de información a todos los organismos del Estado Provincial para que informaran la localización de sitios con restricciones a la actividad minera, actuales o potenciales. Esto fue llevado adelante por el Departamento de Catastro Minero, de la Dirección General de Minas y Geología.

Posteriormente, en el año 2010, una vez cargada la información, la misma se remitió a los organismos pertinentes a fin que corroboraran la certeza de los datos plasmados. La información fue suministrada por las distintas fuentes en diversos formatos, desde mapas con coordenadas planas, hasta indicación de existencia, o coordenadas geográficas, dibujos, etc.

Se incluyeron un total de 14 mapas. Se utilizó el sistema de coordenadas Posgar 94, en faja 2. Además se construyeron dos mapas a partir de la información suministrada por los organismos pertinentes: Areas Naturales Protegidas y Comunidades Aborígenes. Toda la información volcada en estas dos capas fue analizada por el área legal de la DGMyG. Se generaron informes sobre dominio y restricciones legales específicos para cada unidad analizada.

En las bases de datos del SIG se describen las restricciones al dominio de cada entidad graficada. Se generaron dos niveles de restricciones: tácitas y expresas. Una restricción expresa es aquella que está avalada por legislación pertinente. La restricción tácita por lo contrario, si bien no está legalmente creada, se encuentra en proceso de creación.

Dentro del SIG se incluyen capas de información no valorativas, como una herramienta para la toma de decisiones de localización. Por ejemplo ejidos municipales, o mapa geológico provincial.

El Modelo final se construyó en base a las capas de "Presencia de Agua Superficial Permanente", capa de mayor valor, considerando que posee la mayor percepción de valor subjetiva de parte de la población. La "Presencia de Actividades Económicas" se construyó a partir del indicador de actividad agropecuaria para Chubut, siendo la actividad que mayor cobertura territorial presenta. Se incluye también la capa de "Deterioro del suelo" a través del mapa de Desertificación de Chubut. Por último el "Valor paisajístico o sensibilidad visual", refleja el área circundante a zonas naturales protegidas, reservas y áreas de valor cultural. Se confeccionó un área buffer de 5 km. a las áreas protegidas y a sus caminos de acceso, como así también a la capa de hidrología.

Se integró el modelo mediante un SSDE, para lo cual se aplican a cada variable un factor de peso o importancia en el conjunto.

Respecto a la denominación de cada categoría, se definen en base a la presencia o ausencia de factores concurrentes para el desarrollo de actividades económicas tradicionales o actividades industriales extractivas.

Las categorías de baja sensibilidades socio ambientales corresponden a aquellas áreas en la cuales, debido a su densidad baja de drenaje superficial, su bajo potencial forrajero y alto

deterioro del suelo, no podrían sustentar económicamente actividades agropecuarias. Por lo tanto estas áreas no tendrían mayores conflictos socio-ambientales para el desarrollo de otras actividades industriales.

Se observa que estas zonas favorables para las economías dependientes de la capacidad de los suelos ocupan un pequeño porcentaje del total del territorio. En contrapartida, un gran porcentaje del territorio provincial posee capacidades importantes para el resto de las economías.

Confiabilidad de la Información

A fin de determinar certeza de algunos sitios, priorizando las áreas cuya protección está legislada, y en base a datos que se encontraban incompletos o con inconsistencias, se seleccionaron los sitios más relevantes, donde se realizó la verificación a campo.

En función de esto se clasificó la información en dos niveles de confiabilidad:

- Verificada: Se cuenta con el perímetro del área o un punto, provista por el organismo competente, o en su defecto ha sido verificado por la DGMMyG.
- Referencia: Solo se cuenta con una referencia de ubicación.

En muchos casos se debió transformar la información de origen a fin de compatibilizar los distintos formatos, y llevar a un formato compatible. Los mapas base se construyeron en Autocad Map 2000.

Calidad de la información

La información disponible y/o accesible en el sector público, presenta entre otras características, las siguientes:

- a) Existencia de grandes volúmenes de información dispersa, con diversos niveles de organización, de detalle y de actualización.
- b) Existencia de importantes vacíos de información necesaria para el mejoramiento de los procesos de toma de decisión.
- c) Reducida disponibilidad de recurso humano especializado.
- d) Existencia de importantes contrastes entre actores en relación con la adopción de tecnologías (herramientas y procedimientos) para la generación y gestión eficiente de información geográfica.
- e) Escasa inversión en investigación y desarrollo.
- f) Escasa valorización del posicionamiento geográfico de la información.
- g) Reducida tasa de intercambio de información condicionando una excesiva (y onerosa) duplicidad de esfuerzos para la generación de información similar.
- h) Incompatibilidad de datos, por falta de estándares o acuerdos generalizados de trabajo.

Información sistematizada

La información relevada y sistematizada se presenta en el siguiente cuadro:

	Nombre del Mapa	Fuente Información	Mes y Año Actualización
1	Comarcas de la Provincia del Chubut.	Dirección Gral. De Estadística y Censos	2007
2	Pedimentos Mineros.	Dirección Gral. De Minas y Geología.	ago-10
3	Estado parcelario de la Provincia del Chubut.	Laboratorio SIG y Teledetección - INTA EEA Chubut	2001
4	Precipitación Anual. Chubut.	Laboratorio SIG y Teledetección - INTA EEA Chubut	1975
5	Imagen Satelital de la Provincia del Chubut.	Laboratorio SIG y Teledetección - INTA EEA Chubut	2000
6	Mapa Geológico de la Provincia del Chubut.	Segemar. Secretaría Minería Nación	1995
7	Comunidades Aborígenes.	Dirección Gral. De Catastro e Información Territorial	2007
8	Municipalidades y Comunas Rurales.	Dirección Gral. De Catastro e Información Territorial	2007
9	Reservas Forestales y Parques Nacionales.	Dirección de Bosques y Parques. MIAG.	2007
10	Reservas de Turismo y Areas Protegidas.	Ministerio de Comercio Exterior, Turismo e Inversiones	2007
11	Hidrografía proyecto PASMA. Chubut.	Segemar. Secretaría Minería Nación	1999
12	Receptividad Ganadera Ovina.	Laboratorio SIG y Teledetección - INTA EEA Chubut	2006
13	Mapa Desertificación	Laboratorio SIG y Teledetección - INTA EEA Chubut	1975
14	Mapa Erosión	Laboratorio SIG y Teledetección - INTA EEA Chubut	2010

Tabla 1 Mapas sistematizados en el SIGOAM.

Construcción de Mapas

Se construyeron dos mapas: Areas Naturales Protegidas y Comunidades Aborígenes. Para ello se tomó información de base de los organismos pertinentes. Se generaron informes de ubicación geográfica y legales.

Georreferenciación

En las columnas se indica si el registro ha sido incorporado al mapa ambiental, si el perímetro ha sido verificado por la Dirección General de Minas y Geología, si hay algún punto del área que se ha verificado, y en función de ello, se califica la confiabilidad de la información. Para todas las capas se unificó el sistema de coordenadas a Posgar 94 Faja 2.

Informe Legal

En la tabla de información legal, se describe si la restricción de actividades es tácita o expresa. Una restricción expresa es aquella que está avalada por legislación pertinente. La restricción tácita por lo contrario, si bien no está legalmente creada, se encuentra en proceso de creación.

Areas Naturales Protegidas

Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Ambiental Minero de Chubut

Memoria Técnica

DENOMINACION	MAPA AMBIENTAL	PERIMETRO VERIFICADO DGMYG	PUNTO VERIFICADO DGMYG	Confiabilidad de la Información	RESTRICCION
Punta Tombo	SI	SI	SI	Verificada	EXPRESA
Bosque Petrificado Sarmiento	SI	SI	SI	Verificada	EXPRESA
Cabo dos Bahías	SI	SI	SI	Verificada	TÁCITA
Lago Baguilt	SI	SI	SI	Verificada	EXPRESA
Reserva Natural de usos múltiples Lago Epuyen	SI	SI	SI	Verificada	EXPRESA
Laguna Aleusco	SI	SI	SI	Verificada	TÁCITA
Península Valdés	SI	SI	SI	Verificada	EXPRESA
Valle de Piedra Parada	SI	SI	SI	Verificada	TÁCITA
Parque Nacional Los Alerces	SI	SI	SI	Verificada	EXPRESA
Parque Nacioal Lago Puelo	SI	SI	SI	Verificada	EXPRESA
Bosque Petrificado Sarmiento	SI		SI		TÁCITA
Río Turbio	SI		SI	Referencia	TÁCITA
Río Turbio	SI		SI	Referencia	TÁCITA
Punta Loma					TÁCITA
Reserva Provincial Nant y Fall	SI		SI	Referencia	TÁCITA
Punta León	SI		SI	Referencia	TÁCITA
Punta Marquez	SI		SI	Referencia	TÁCITA
Parque interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral	SI			Referencia	TÁCITA
Cerro Pirque	SI			Referencia	TÁCITA
Lago Guacho	NO				TÁCITA
Trevelin	NO				TÁCITA

Tabla 2 Áreas Naturales Protegidas. Georreferenciación

DENOMINACION	Categoría de Area Natural Protegida	Creada por Ley N°	Plan de Manejo
Punta Tombo	Reserva natural Turística de Objetivo Específico	XXIII-N°12 -(antes Ley 2161) Plan aprobado Ley 5676 Ratifica Plan Manejo	Aprobado
Bosque Petrificado Sarmiento	Área Natural Protegida	Ley XI N° 21 (Antes Ley 4780)	Aprobado
Cabo dos Bahías	Reserva natural Turística	XXIII-N° 12 (Antes Ley 2161) / XI - N° 18 (Antes Ley 4.617)	No aprobado
Lago Baguilt	Area Natural Protegida - Area Natural Silvestre (1)	XI - N° 26 (Antes Ley 2079)	Aprobado
Reserva Natural de usos múltiples Lago Epuyen	Reserva Forestal	Decreto 527/64 Plan Estratégico de Manejo aprobado por el Decreto 418/03.	Aprobado
Laguna Aleusco	Reserva Natural Turistica	XXIII-N° 12 (Antes Ley 2161)	No esta aprobado
Península Valdés	Area Natural Protegida - Area Natural Silvestre (1)	XXIII - N° 12 (Antes Ley 2161) Plan de manejo XI - N° 20 (Antes Ley 4722)	Aprobado
Valle de Piedra Parada	Area Natural Protegida - Paisaje terrestre y / o Marino Protegido	XI - N° 41 (Antes Ley 5555) / XI N° 18 (antes Ley 4617)	No aprobado
Parque Nacional Los Alerces	Parque Nacional	Ley Nro 22.351	Aprobado
Parque Nacioal Lago Puelo	Parque Nacional	Ley Nro 22.351 - Ley 19.292	Aprobado
Bosque Petrificado Sarmiento	Area Natural Protegida	Ley XXIII N° 26 - Dcto. 1849/09	No aprobado
Río Turbio	Parque Provincial	Ley XI N° 14 (Antes Ley 4054)	No aprobado
Río Turbio	Reserva Provincial de Uso Múltiple	Ley XI N° 14 (Antes Ley 4054)	No aprobado
Punta Loma	Reserva Provincial	Ley XI N° 1 (antes ley 697)	No aprobado
Reserva Provincial Nant y Fall	Area Protegida	LEY I N° 173 (Antes Ley 4050) Abrogada por LEY I N° 361 (Antes Ley 5733)	No aprobado

Tabla 3 Áreas Naturales Protegidas. Categoría Legal

DENOMINACION	Categoría de Area Natural Protegida	Creada por Ley N°	Plan de Manejo
Punta León	Area Natural Protegida - Unidad de investigación Biológica	Ley XI N° 32 (Antes Ley 5373) - Ley XXIII N° 14 (antes ley 2580)	No aprobado
Punta Marquez	Area Natural Protegida - Unidad de investigación Biológica	Ley XXIII N° 14 (antes ley 2580)	No aprobado
Parque interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral	Parque Interjurisdiccional	Convenio Aprobado mediante Ley 5668	No aprobado
Cerro Pirque	Parque Provincial	Creado Por disposición Nro 28 del año 96 por la Dirección Nacional de Bosques y Parques	No aprobado
Lago Guacho	Reserva Forestal	Decreto 236/86	No aprobado
Trevelin	Reserva Forestal	Decreto Nacional 012398/44	No aprobado

Tabla 4 Áreas Naturales Protegidas. Categoría Legal - continuación

DENOMINACION	Categoría de Manejo	Restricciones de uso Minero
Punta Tombo	Parque Provincial (II)	Total restricción de actividad minera
Bosque Petrificado Sarmiento	Monumento Natural	Total restricción de actividad minera
Cabo dos Bahías	Reserva natural turística de objetivo específico	No existen restricciones definidas
Lago Baguilt	Area Natural Protegida - Area Natural Silvestre (1)	Total restricción de actividad minera
Reserva Natural de usos múltiples Lago Epuyen	Reserva Forestal	Total restricción de actividad minera
Laguna Aleusco	Reserva natural turística de objetivo específico	No existen restricciones definidas
Península Valdés	Area Natutal Protegida - Area Protegida con Recursos Manejados (6)	Total restricción de actividad minera
Valle de Piedra Parada	Area Natural Protegida - Paisaje terrestre y / o Marino Protegido	No existe restricciones definidas
Parque Nacional Los Alerces	Parque Nacional, Reserva Nacional, y Reserva Natural Estricta (4)	Total restricción de actividad minera
Parque Nacioal Lago Puelo	Parque Nacional, Reserva Nacional, y Reserva Natural Estricta (1). También fueron creadas dentro del Parque dos Reservas Naturales (5)	Total restricción de actividad minera
Bosque Petrificado Sarmiento	Area Natural Protegida	No existen restricciones definidas
Río Turbio	Parque Provincial	No existe restricciones definidas
Río Turbio	Reserva Provincial de uso Multiple	No existe restricciones definidas
Punta Loma	Reserva Provincial	No existe restricciones definidas
Reserva Provincial Nant y Fall	Parque Provincial	No existe restricciones definidas
Punta León	Area Natural Protegida - Unidad de Investigaciones Biológicas	No existen restricciones definidas
Punta Marquez	Area Natural Protegida - Unidad de Investigaciones Biológicas	No existen restricciones definidas
Parque interjurisdiccional Marino Costero Patagonia		No existe restricciones definidas
Cerro Pirque	Parque Provincial	No existe restricciones definidas
Lago Guacho	Reserva forestal	No existe restricciones definidas
Trevelin	Reserva forestal	No existe restricciones definidas

Tabla 5 Áreas Naturales Protegidas. Categoría de Manejo

Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Ambiental Minero de Chubut

Memoria Técnica

DENOMINACION	Distancia mínima de seguridad para minería	Observaciones
Punta Tombo	Propuesta de zonificación: En el límite legal actual existen áreas que ameritan la categoría de Zona intangible y sectores en los que se recomienda la categoría de zona restringida. Fuera del límite legal actual existen un sector que debería asignarse como zona de amortiguación y otro propuesto a futuro como zona de uso sostenible.-	Como restricción se prohíbe la exploración y explotación de minería, incluida la extracción de aridos en toda el área
Bosque Petrificado Sarmiento	Propuesta de zonificación: se proponen 4 zonas, Una Zona intangible destinada solo a investigación. Zona de Uso sostenible restringido: Eco turismo, control y vigilancia e investigaciones. Zona de Uso Especial construcción de viviendas para el personal (5 has). Zona de amortiguación sin definición pero restringe todo tipo de actividad productiva	El Plan de Manejo establece dos actividades permitidas: a) Senderismo b) Visitas guiadas en emdios de transporte y caminatas
Cabo dos Bahías	No existe	Está situada dentro del Departamento Florentino Ameghino, en parte sur de la costa chubutense. Las coordenadas geográficas son 44° 55' Lat S. y 65° 33' Long. O. A 30 kilómetros está Camarones, la ciudad más cercana.
Lago Baguilit	Propuesta de zonificación: se proponen 4 zonas, Una Zona intangible destinada solo a investigación. Zona de Uso sostenible restringido: Eco turismo, control y vigilancia e investigaciones. Zona de Uso Especial construcción de viviendas para el personal. Zona de amortiguación sin definición pero restringe todo tipo de actividad productiva	TURISMO APORTO PERIMETRO EN COORDENADAS GEOGRAFICAS
Reserva Natural de usos múltiples Lago Epuyen	Zonificación: tiene declarada 3 Zonas, Zona de Protección, Zona de Recuperación y Zona Uso Múltiple. Prohíbe actividad minera.-	
Laguna Aleusco	no existe	SE VERIFICO SOLO EL PERIMETRO DE LA LAGUNA, NO DEL AREA, QUE ESTA SIN DEFINIR
Península Valdés	Zonificación: Área Intangible de uso Especial. Existen excepciones pero no de carácter minero.-	TURISMO APORTO PERIMETRO EN COORDENADAS GEOGRAFICAS
Valle de Piedra Parada	no existe	TURISMO APORTO PERIMETRO EN COORDENADAS GEOGRAFICAS
Parque Nacional Los Alerces	tiene zona de intangibilidad definida	Fuente Pasma
Parque Nacioal Lago Puelo	tiene zona de intangibilidad definida	Fuente Pasma
Bosque Petrificado Sarmiento	no tiene zonificación	
Río Turbio	Se encuentra prohibido toda actividad.-	
Río Turbio	Se permite el desarrollo de actividades económicas de explotación sustentable del recurso natural boscoso.-	
Punta Loma	no existe	
Reserva Provincial Nant y Fall	no existe	
Punta León	no existe	
Punta Marquez	no existe	
Parque interjurisdiccional Marino Costero Patagonia	no existe	
Cerro Pirque	no existe	
Lago Guacho	no existe	
Trevelin	no existe	

Tabla 6 Áreas Naturales Protegidas. Distancia de seguridad para minería

DENOMINACION	MAPA AMBIENTAL	PERIMETRO VERIFICADO DGMYG	PUNTO VERIFICADO DGMYG	CONFIABILIDAD DE LA INFORMACION	RESTRICCION	CREADA POR LEY Nº	PLAN DE MANEJO
Reserva Lote 105	SI			Verificada	TÁCITA	Res. Lote 105 Res 364/84 IAC Dto 1530/05	NO
Reserva Río Hielo	SI			Verificada	TÁCITA	Res. Río Hielo Res 398/03 IAC Dto 1530/05	NO
Reserva Valle Hondo	SI			Verificada	TÁCITA	Res. Valle Hondo Res 160/89 Dto 1530/05	NO
Reserva Nacientes del Río Tigre	SI			Verificada	TÁCITA	Nacientes del R'yo Tigre ley 5397 Dto 199/07	NO
Reserva Río Engaño	SI			Verificada	TÁCITA	Reserva Río Engaño Res 909/06 IAC Dto 199/07	NO
Reserva Bagguilt-Huemul-Hielo	SI			Verificada	TÁCITA	Res. Bagguilt-Huemul-Hielo Res 908/06 IAC Dto 199/07	NO
Reserva Arroyo Motoso	SI			Verificada	TÁCITA	Res. Arroyo Motoco Res 609/06 IAC Dto 199/07	NO
Reserva Lago Rivadavia	SI			Verificada	TÁCITA	Res. Lago Rivadavia Res 428/69 IAC Ley 5397/05	NO
Reserva Cerro Currumahuida	SI		SI	Verificada	TÁCITA	Res. Cerro Currumahuida Res 637/82 IAC Dto 1530/05	NO

Tabla 7 Áreas Naturales Protegidas.- Bosques

Comunidades Aborígenes

Las comunidades aborígenes conforman una capa de información no valorativa. Como otras capas con esta categoría, se incluyen en el SIG como una herramienta para la toma de decisiones de localización.

La categoría de restricción no se expresa, dado que se enmarcan dentro de las leyes de protección a los pueblos originarios, dándoles la legislación la capacidad de optar por las actividades que deseen desarrollar en sus territorios.

El informe legal completo sobre las restricciones a la actividad minera se encuentra en anexos al presente documento.

Georreferenciación

La gran mayoría de las comunidades se han georreferenciado en base a planos de mensura e información secundaria.

Información Legal

La información volcada en los cuadros ha sido obtenida de la Dirección General de Catastro e Información Territorial, y de Escribanía General de Gobierno. En base a ésta información se ha confeccionado un informe legal desde la DGM y G.

Denominación	Georreferenciación		
	Perímetro Verificado por la DGM y G	Punto Verificado por la DGM y G	Confiabilidad de la Información
Blancuntre			Referencia
Barrancas			Referencia
Cerro Centinela	SI		Verificada
Cerro Cóndor	NO		Verificada
Cerro Negro			Referencia
Chacay Barruca			Referencia
Chacay Oeste			Referencia
Cushamen - Paraje Blancura	SI		Verificada
Cushamen - Paraje Ñorquinco Sur	NO		Verificada
Cushamen - Rinconada y Tropezón			Verificada
Cushamen - Colonia Cushamen Centro	NO		Verificada
Colonia Epulef	SI		Verificada
Colonia Nahuelpán			Referencia
Costa del Lepá			Referencia
El Chalía			Referencia
Escuela 69			Referencia
Fitamiche			Referencia
Fofó Cahuel			Referencia
Lago Rosario o Sierra Colorada			Referencia
Laguna Fría			Referencia
Lagunita Salada	SI		Verificada
Loma Redonda o Tramaleu			Referencia
Nahuelpán			Referencia
Napal	SI		Verificada
Mallín de los Cual	SI		Verificada
Pocitos de Quichaura	SI		Verificada
Prane			Referencia
Ranquilahuo			Referencia
Sierras de Tecka	SI		Verificada
Taquetrén			Referencia
Vuelta del Río			Referencia
Yala Laubat			Referencia

Tabla 8 Comunidades Aborígenes de la Provincia del Chubut

CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SSDE

El Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Minero de Chubut (SIGOAM) tiene como objetivo el desarrollo de un esquema metodológico que facilite la evaluación de los recursos y la toma de decisiones sobre diferentes formas de uso del territorio. El desarrollo de tecnologías SIG (Sistema de Información Geográfica) y su aplicación en la evaluación de tierras permite el desarrollo de modelos y cartografías precisas de recursos y posibilidades de aprovechamiento a escala regional.

Asimismo, el uso de SDSS (Spatial Decision Support Systems o Sistemas de Soporte de Decisiones Espaciales) permite realizar un análisis de la capacidad del terreno para acoger determinados usos del suelo, que puede ayudar a la localización óptima de los mismos, teniendo en cuenta aspectos geo-científicos, económicos sociales y políticos.

A partir de la información existente en el SIG, se comenzó a delinear un SSDE. Se volvieron a calificar nuevamente las capas, considerando los siguientes objetivos:

1. Si posee una restricción legal asociada a actividades mineras.
2. Si contribuye a detectar espacios naturales especialmente frágiles.
3. Si es relevante para el crecimiento económico diversificado de la provincia.

Cabe señalar que los objetivos enunciados requerían información adicional de un sinnúmero de actividades sobre las cuales no hay información disponible para Chubut. Por lo tanto, y en función de la información disponible, se consideró adecuado delinear las siguientes variables que formarán parte del Sistema de Soporte de Decisiones, del cual surge el Mapa Ambiental Minero.

1. Restricciones legales.
2. Presencia de agua superficial.
3. Presencia de actividades económicas.
4. Deterioro del suelo.
5. Valor paisajístico o sensibilidad visual.

Valoración

- Restricciones legales
Corresponde a las capas formadas por mapas de reservas naturales protegidas, colonias aborígenes, ríos y cursos de agua permanente, etc.
- Presencia de Agua Superficial
La presencia de agua superficial es la capa de mayor valor, considerando que posee la mayor percepción de valor subjetiva de parte de la población. Se

construyó a partir del mapa de Hidrografía de Pasma – Proyecto de Asistencia al Sector Minero Argentino. A este mapa se aplicó un tratamiento a fin de obtener la Densidad de Drenajes Superficiales Permanentes.

- Presencia de Actividades Económicas

La actividad agropecuaria presenta para Chubut la mayor cobertura territorial, por lo tanto se la considera como indicador de actividades económicas en el terreno. Por otro lado cuenta con una fuerte connotación subjetiva y objetiva por parte de la sociedad.

- Deterioro del suelo

El deterioro del suelo representa uno de los temas de preocupación global, tanto a nivel internacional como local. Para su construcción se tomó en cuenta el mapa de Desertificación de Chubut ⁷.

- Valor paisajístico o sensibilidad visual

Representa el área circundante a zonas naturales protegidas, reservas y áreas de valor cultural. Se confeccionó un área buffer de 5 km. a las áreas protegidas y a sus caminos de acceso.

Tratamiento de la Información

Compilada la información disponible en forma de mapas temáticos relativos a usos del suelo, capacidad de los terrenos, recursos naturales, vegetación, datos poblacionales y de catastro, etc. se integran en un SIG bajo un mismo marco referencial o sistema de coordenadas (geo referenciación).

Un segundo paso es la clasificación de la información en dos grandes grupos, datos meramente informativos y datos valorativos. Estos últimos son los que en definitiva se usarán en la evaluación multicriterio.

A continuación, los mapas temáticos valorativos se reclasifican y se integran en un sistema SSDE. En esta etapa se modelan las variables y se redefinen para poder integrarlas matemáticamente. Se unifican los distintos formatos en un formato único de tipo raster donde la unidad de información es el pixel que tiene tres variables; las dos coordenadas espaciales y un valor z que representa la magnitud de la información que contiene.

Con posterioridad, todos los modelos seleccionados son incorporados como criterios geocientíficos en un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (Decision Support System, DSS) integrado en un SIG, comúnmente conocido como Sistemas de soporte a la Decisión Espacial (SSDE), que permite desarrollar varias cartografías de la capacidad o idoneidad del terreno para albergar un determinado uso del suelo, o, lo que es lo mismo, la localización óptima para un determinado uso del suelo.

⁷ INTA EEA Chubut.

La escala de trabajo se define como la unidad mínima de información y depende en gran medida de la precisión de la información original. En este caso se seleccionó como unidad de información un pixel de 1 km². Esta unidad quedó definida a partir del mapa temático de menor precisión. Teóricamente se podría reducir esta unidad a menos de 1 km² pero no aumentaría la precisión del trabajo al no existir información con ese detalle, solo se usaría un artilugio matemático sin sustento real.

Los pesos de las variables

Al integrar los modelos en el SSDE, se aplican a cada variable un factor de peso o importancia en el conjunto. Esta significación de cada variable respecto a las demás es de suma importancia en el análisis y su asignación es materia de un estudio detallado.

Los diferentes procedimientos de ponderación pueden ser clasificados en dos grupos principales: cualitativos y cuantitativos. Los métodos cualitativos incluyen tanto aproximaciones cualitativas como sistemas expertos y métodos paramétricos; son métodos muy flexibles y permiten una completa incorporación del conocimiento experto. Los métodos cuantitativos incluyen modelos estadísticos, así como metodologías de análisis multicriterio y aproximaciones más recientes basadas en inteligencia artificial como, por ejemplo, los sistemas borrosos, las redes neuronales, los algoritmos genéticos y los autómatas celulares. Aunque un procedimiento completamente objetivo no existe, los métodos cuantitativos aseguran que los mismos resultados puedan ser alcanzados por diferentes investigadores, siempre y cuando sean adoptadas las mismas asunciones básicas (Beguiría y Lorente, 2003; de la Rosa et al., 2004; Guzzetti et al., 1999).

Cualquier proceso de planeamiento debe orientarse a la incorporación de una mezcla de información objetiva y subjetiva. La información objetiva se deriva de hechos, estimaciones cuantitativas e investigaciones sistemáticas de opinión (encuestas). La información subjetiva representa las opiniones (preferencias, prioridades, juicios, etc.) de los grupos de interés y los centros de decisión (decision maker). Se plantea como eje transversal el impulsar la participación ciudadana, de las empresas y de los interlocutores sociales en los procesos de toma de decisiones. La idea de combinar los elementos subjetivos y objetivos de todo proceso de planeamiento en un sistema informatizado recae sobre el concepto de Sistemas de Soporte a la Decisión Espacial (SDSS, Spatial Decision Support System) (Malczewski, 2004).

Evaluación Multi Criterio (EMC)

Las metodologías de Evaluación Multi Criterio (EMC) o reglas de decisión, definen una relación en los mapas de entrada y los de salida. Estas metodologías implican la utilización de datos geográficos, las preferencias del agente de la decisión y la

manipulación de esta información y preferencias de acuerdo con reglas de decisión específicas.

La mayoría de los autores coincide en que las reglas aditivas de decisión (Sumatoria lineal ponderada, Análisis de la concordancia, Jerarquías analíticas, etc.) son los métodos para la toma de decisión multiatributo más conocidos y ampliamente utilizados en el proceso de toma de decisiones basado en la utilización de SIG. A continuación se describen brevemente algunas de las técnicas que más comúnmente aparecen en la literatura:

- Sumatoria lineal ponderada (Simple Additive Weighting methods SAW or Weighted Linear Combination, WLC) son las técnicas más comúnmente utilizadas para llevar a cabo toma de decisiones espaciales multiatributo. Estas técnicas aditiva y compensatoria están basadas en el concepto de media ponderada.
- El método de Sumatoria lineal ponderada ordenada (Ordered weighted average, OWA) se incluye en algunos casos en las técnicas borrosas, pero más que un método borroso, sería una generalización de tres tipos básicos de funciones de agregación: la intersección de conjuntos borrosos, la unión de conjuntos borrosos y los operadores de medias.
- El método de Jerarquías analíticas (Analytical Hierarchy Process, AHP), desarrollado por Saaty (1977), también se trata de una técnica aditiva y compensatoria que está basada en tres principios: descomposición, juicio comparativo, síntesis de prioridades.
- Los métodos de concordancia (Concordance methods) están basados en la comparación por pares de alternativas, de la cual se deriva una clasificación ordinal. Estos métodos también son conocidos como técnicas de superación (Outranking techniques).
- El Análisis del Punto Ideal (Ideal point) ordena un conjunto de alternativas a partir de su separación del punto ideal que se considera inalcanzable; posteriormente es comparada la distancia entre cada alternativa y el ideal en un espacio multivariado, donde cada criterio representa un eje. El punto ideal puede ser considerado tanto como uno o muchos puntos posibles que pueden ser usados para ordenar un grupo posible de alternativas. Este análisis se encuentra incluido en las técnicas compensatorias basadas en la aproximación al punto ideal.
- El método TOSIS (Technique for order Preference by Similarity to Ideal Solution), también incluido en las técnicas compensatorias basadas en la aproximación al punto ideal, basa su funcionamiento en el cálculo de las

distancias al punto ideal y al punto anti-deal (la mejor alternativa sería, en este caso, la más lejana posible a este punto).

El presente trabajo se basó en el uso de la Sumatoria Lineal Ponderada (SAW) y la ponderación se basó en la técnica de panel de expertos.

En los métodos SAW, el agente de decisión asigna directamente los pesos de importancia relativa a cada atributo.

La cuenta total se obtiene para cada alternativa mediante la multiplicación del peso de importancia asignado a cada atributo por el valor dado a cada alternativa en dicho atributo y sumando los productos de todos los atributos.

Es importante resaltar que existen dos supuestos implícitos en los métodos SAW: linealidad y adición de criterios (Hwang y Yoon, 1981; Malczewski, 2000).

- El primer supuesto significa que la conveniencia de una unidad adicional de un criterio es constante para cualquier nivel de ese criterio.
- El supuesto de adición implica que los criterios a considerar son mutuamente independientes entre ellos con respecto a la preferencia.

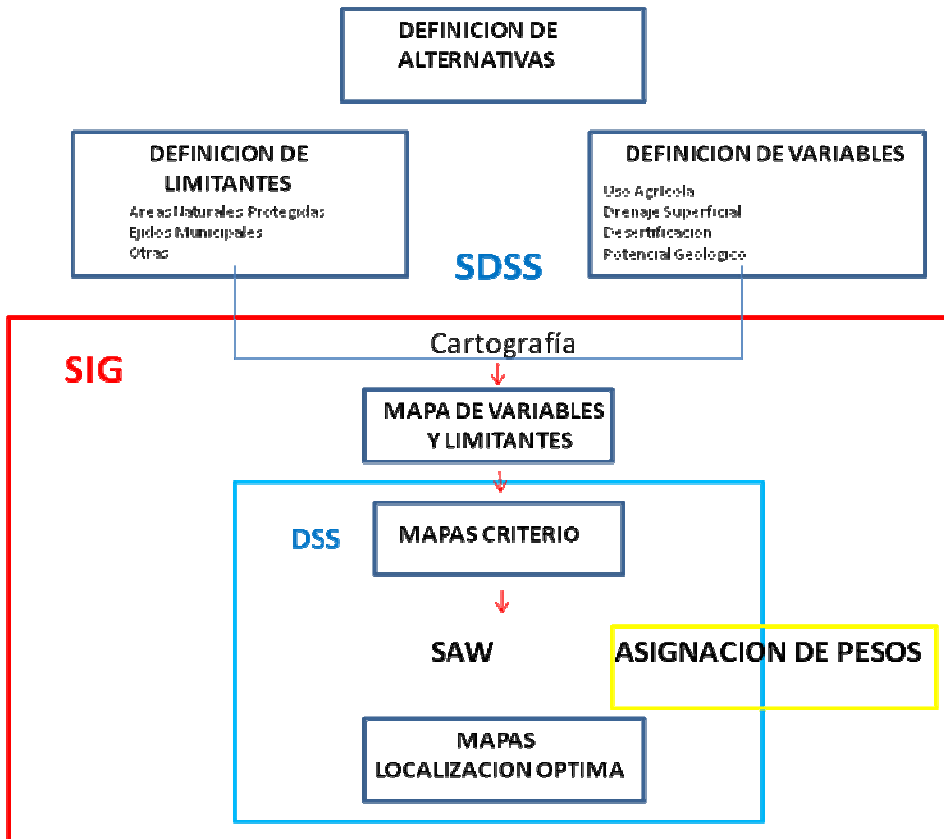


Ilustración 3 Pasos en el proceso de SDSS. ⁸

⁸ Elaboración propia en base a María Teresa Lamelas Gracia

DESCRIPCIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS – EVIDENCIAS

Los siguientes mapas temáticos se utilizaron para la evaluación multicriterio.

- Disponibilidad de Forraje
- Hidrografía Superficial
- Mapa de Desertificación
- Mapa de Areas Naturales Protegidas

Se describen a continuación las propiedades de cada uno y el tratamiento digital al que fueron sometidos a fin de normalizarlos antes de utilizarlos en la herramienta de evaluación.

Tratamiento de Capas Valorativas

Hidrografía Proyecto PASMA Chubut

Fuente: PASMA

Formato original: AutoCad dwg

Clasificación original:

- Ríos
- Arroyos Permanentes
- Lagos, lagunas
- Arroyos temporarios
- Cañadones

Descripción

Representa el relevamiento sistemático de todos los cursos y cuerpos de agua de la provincia.

Tratamiento 1

Se transformó a shape file de líneas, clasificado según los cursos sean permanentes o temporarios. Se filtró dejando solamente los permanentes y cortando el Río Chico hasta la zona donde conserva cierto caudal. Se crea un nuevo shape conteniendo solamente los cursos permanentes.

Tratamiento 2

Se realizó el cálculo de densidad de cursos por km². Se calcula la cantidad de líneas que caen en una celda unidad. Se reclasificó el raster llevándolo a 4 clases, los cuales representan densidades de 0 (sin cursos) ; 0,2 ; 0,3 y 0,4 cursos/km²

A partir de este último se crea un raster de densidad de drenaje. En los parámetros se fija un pixel de 1 km².

El resultado es un raster con un espectro continuo en blanco y negro cuyos valores extremos son 0 y 0,410392 que representan la cantidad de líneas por km². Este raster se clasifica en cuatro categorías iguales y se colorea para su representación. Para la suma final no tiene sentido colorear, solamente se hace para una mejor visualización de los resultados.

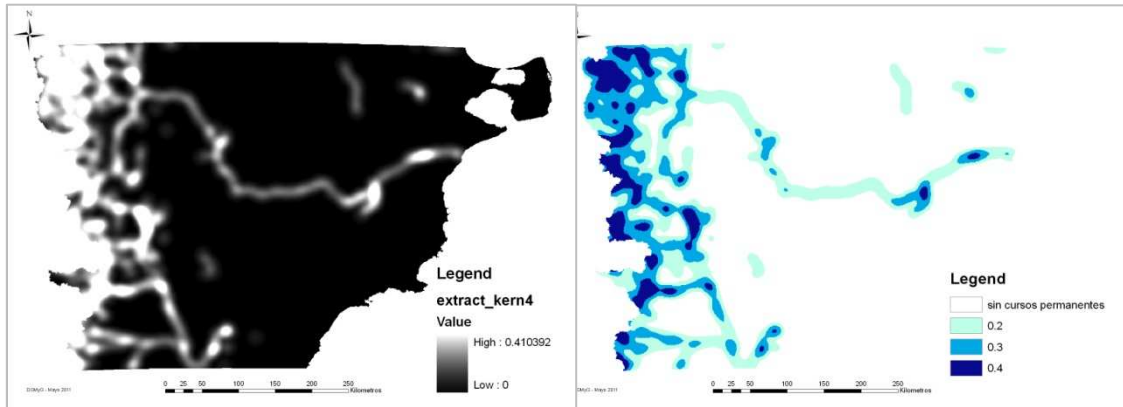


Ilustración 4 Hidrografía Pasma - Resultado de la Reclasificación

Receptividad Ganadera Ovina

Fuente: INTA

Formato original: shapefile de polígonos

Cantidad de Clases en shapefile original: 9 (nueve)

Descripción

Representa la disponibilidad forrajera en kilos de materia seca por hectárea. Se estima en un valor de 100 el mínimo para el desarrollo de una actividad económica sustentable⁹.

El shape original tiene 9 clases ya que incluye además de la capacidad forrajera, otras clases tales como áreas cordilleranas, parques y cuerpos de agua. Se creó un nuevo campo en la tabla de atributos para recodificar las 9 clases originales a cuatro categorías. Las áreas cordilleranas y de parques quedaron en la categoría máxima de forraje (>100 kg/Ha) y los cuerpos de agua se codificaron igual al polígono que tuvieran más cercano.

El shape reclasificado se transformó en raster teniendo en cuenta el nuevo campo de codificación de la tabla de atributos.

Tratamiento 1:

⁹ Menedin, Fabiana. 2010

Se reclasificó a 4 clases, incluyendo en la clase 4, áreas cordilleranas y Parques Nacionales. Los polígonos con cuerpos de agua se clasificaron de acuerdo a la clase vecina más próxima.

Resultado de la Reclasificación:

Clases:

1. 0-50 kg/Ha
2. 50-75 kg/Ha
3. 75-100 kg/Ha
4. >100K g/Ha

Tratamiento 2:

Transformación a formato raster (imágenes de pixeles) con unidad de pixel 1 km², y clasificación idéntica a la anterior

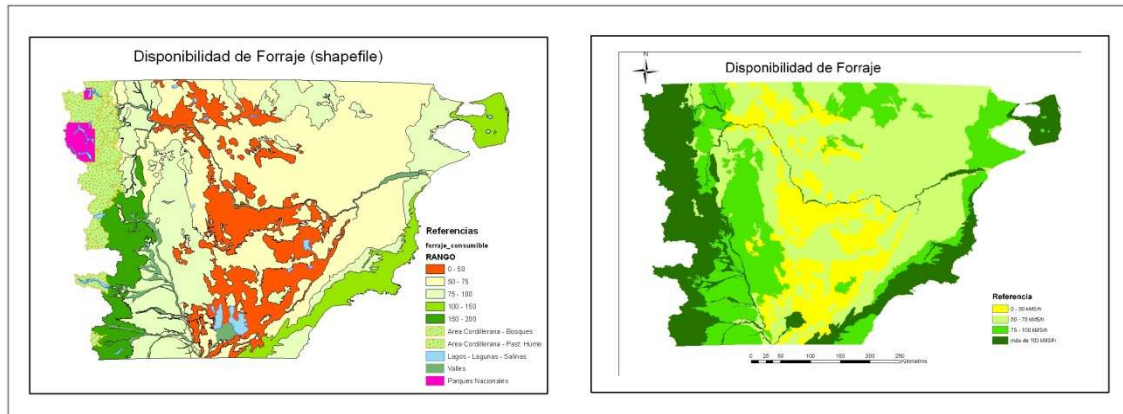


Ilustración 5 Disponibilidad de Forraje- Resultado de Reclasificación

El resultado final es un raster con cuatro categorías que corresponden a:

1. 0-50 kg/Ha
2. 50-75 kg/Ha
3. 75-100 kg/Ha
4. >100 kg/Ha

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

- Reservas Naturales y Áreas Protegidas.
Formato original AutoCad dwg
- Reservas Forestales y Parques Nacionales.
Formato Original Autocad dwg, shapefile de polígonos
Fuente: Dirección de Bosques

Descripción

Representan las áreas naturales protegidas por diversas legislaciones. Los límites se tomaron de los documentos oficiales y fueron proyectados al mapa provincial en la DGMMyG.

Tratamiento

Se confeccionó un solo mapa a partir de los documentos mencionados, en formato shapefile de polígonos.

Se creó un área buffer de 5 km alrededor de cada área original y otro polígono buffer sobre los caminos de acceso a las áreas a lo largo de 10-15 km a partir de la entrada. La clasificación de este shapefile de polígonos consta de cuatro categorías.

1. Área Natural Protegida intangible (Parques Nacionales o Provinciales y Areas Naturales Protegidas con plan de manejo aprobado donde se prohíbe la actividad minera expresamente)
2. Área Natural Protegida con restricciones legales (Reservas Forestales y Areas Naturales protegidas con plan de manejo no aprobado o donde no se restringe expresamente la actividad minera)
3. Buffer de 5 km protegiendo todas las áreas anteriores y sus accesos.
4. Sin restricciones

Se armó un shape a partir de información de la Dirección de Bosques y se clasificaron las áreas de acuerdo a su condición legal; Parques Nacionales y Provinciales más las áreas con Plan de Manejo aprobado que prohíbe la actividad minera se consideraron como intangibles. Otras ANP sin plan de manejo se consideraron como ANP con restricciones legales. Se agregó una categoría más que consiste en un buffer de protección de 5 km sobre las áreas anteriores y la última clase corresponde a zonas sin ANP.

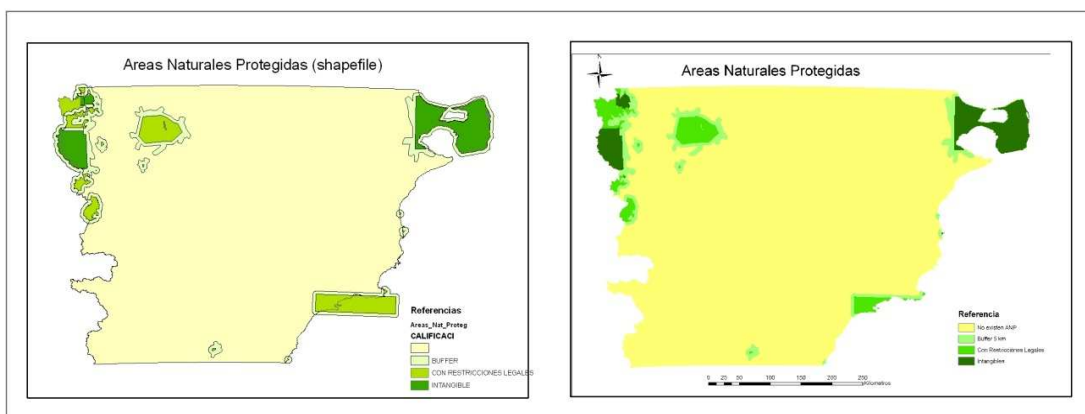


Ilustración 6 Áreas Naturales Protegidas - Resultado de Reclasificación

Mapa de Desertificación

Fuente INTA

Formato Original: Raster clasificado

Descripción

Este mapa, se realizó mediante un proceso de clasificación multispectral de una imagen compuesta NOAA (resolución 1.000 m x 1.000 m). En esta clasificación la información recibida de los sensores ubicados en los satélites fue interpretada en conjunto con reconocimientos o controles de terreno. La clasificación indica la degradación de la cubierta vegetal y del suelo por erosión hídrica, eólica y excesos de sales. Se utilizó una matriz de indicadores para la clasificación final.

Tratamiento

Reclasificación del raster. Se reclasificó el raster llevándolo a solo cuatro categorías.

El original es un raster que abarca varias provincias. Se limitó a la Provincia de Chubut. De las siete clases originales se reclasifico a cuatro clases.

Resultado de la Reclasificación:

Grado de Desertificación

Bajo: clases 0, 1, 2 y 3

Incipiente: clases 4 y 5

Medio: clase 6

Alto: clase 7

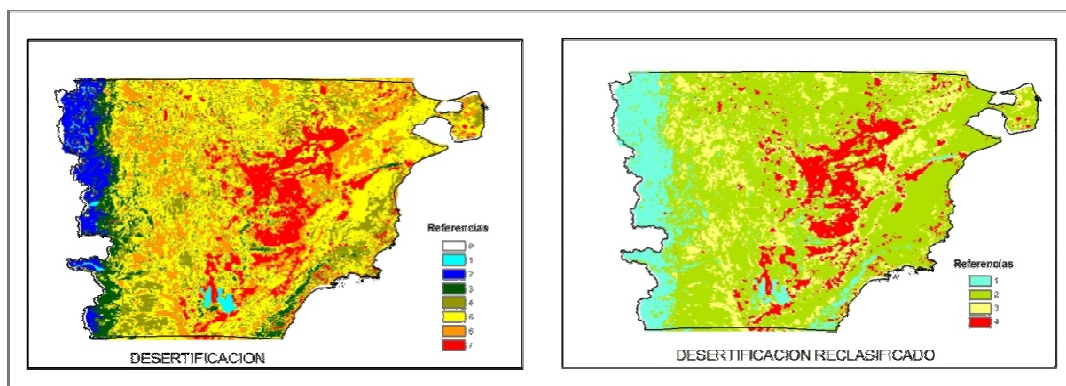


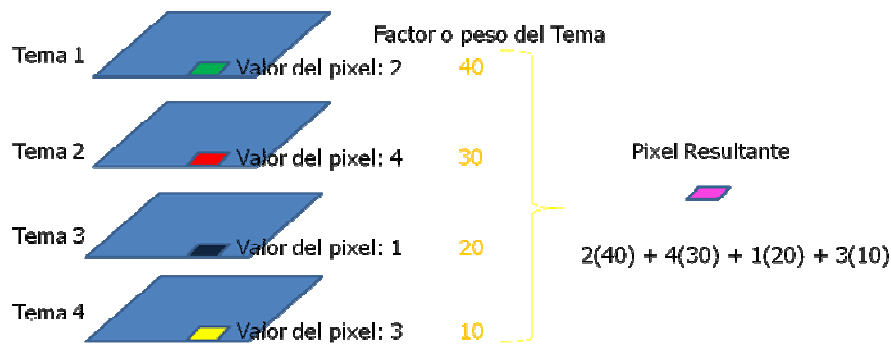
Ilustración 7 Mapa de Desertificación - Resultado de Reclasificación

CONSTRUCCION DEL MODELO FINAL

El modelo final es una mezcla de la suma ponderada más la superposición de algunos shapes mas la creación de buffers en otros shapes.

Determinación del peso de las variables

El producto final es un mapa en formato raster en el cual cada componente (pixel) es el resultado de una ecuación que es la suma de las variables temáticas afectada por un coeficiente que determina su importancia o peso en el conjunto. Gráficamente el valor de un pixel en el mapa final es igual al valor de la suma de todos lo pixeles que ocupan ese mismo espacio multiplicados por su correspondiente coeficiente.



El peso de las variables se obtuvo mediante el método cualitativo de “criterio del experto” como primera aproximación para fijar los pesos en los distintos mapas de evidencia.

Se definieron los siguientes coeficientes:

Capa temática	Mapa	Aporte al Mapa Ambiental
Presencia de agua superficial	Red de Drenaje	40
Deterioro del suelo	Mapa de Desertificación	10
Presencia de actividades agropecuaria	Mapa de Disponibilidad Forrajera	30
Valor paisajístico o sensibilidad visual	Mapa de Areas Naturales Protegidas	20
TOTAL		100

La presencia de agua superficial es la variable temática de mayor peso en la ecuación. Se definió este coeficiente porque este es el insumo básico para cualquier actividad humana además es la variable de mayor percepción de valor subjetiva en la población cuya economía históricamente se basa en las actividades agropecuarias. No se posee información completa de la presencia de agua subterránea por lo cual esta no fue considerada en este trabajo.

Con el mismo criterio y siguiendo las pautas culturales se le otorgó un peso importante a la capacidad forrajera.

Si bien el turismo representa un valor muy bajo en el PBI provincial se considera que es una variable de importancia por si misma que puede llegar a desarrollarse en el futuro. Su valor en la ecuación es menor a las dos variables anteriores. El valor social es importante aun cuando económicamente no represente una fuente de ingresos importante en la actualidad.

El deterioro del suelo es una variable muy importante por si misma que no necesita un coeficiente extra para visualizarse. Su desarrollo real es significativo razón por la cual no se le otorgó mayor peso en relación a las demás variables. El criterio de clasificación es inverso a las demás variables ya que es una limitante para el desarrollo de actividades económicas culturales basadas en la capacidad del suelo.

Suma ponderada

La sumatoria ponderada da como resultado un raster donde cada pixel tiene un valor que varía entre 100 y 400. Resulta de ésta manera dado que cada raster tiene un valor de pixel entre 1 y 4 y la suma de los factores utilizados es 100.

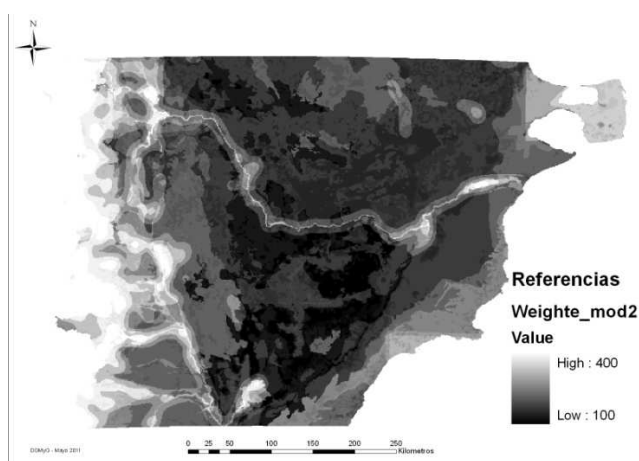


Ilustración 8 Modelo Preliminar 1

Al raster se lo clasificó en cinco clases resultando:

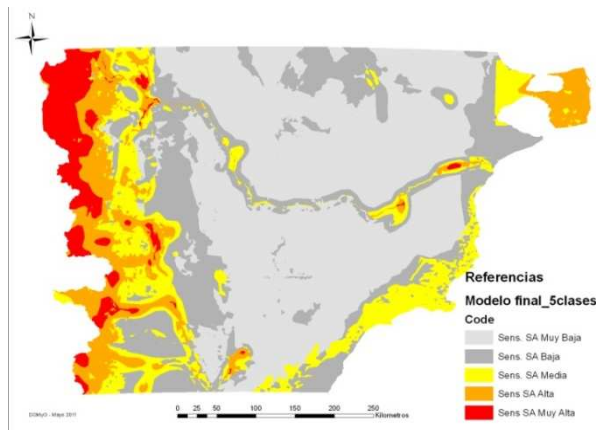


Ilustración 9 Modelo Preliminar 2

Superposición de layers

En primer lugar se superpuso la capa de ANP donde se dejó en negro las intangibles y como transparentes el resto de las categorías. Se le agregó además el trazado de la Ruta Nac 40.

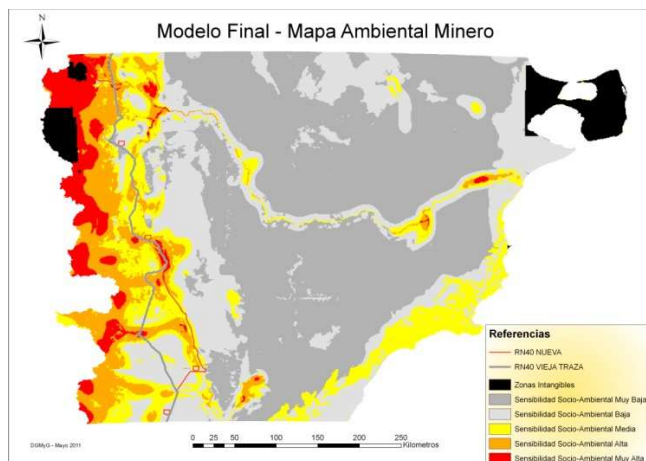


Ilustración 10 Modelo Preliminar 3

PROCEDIMIENTO DE EVALUACION MULTICRITERIO

Consideraciones de la información de base

No se realizaron test de independencia de las variables. Si se evaluaron las variables en forma cualitativa y en forma visual. A la escala de trabajo no se observaron correlaciones importantes entre las mismas.

Podría objetarse que las Áreas Naturales Protegidas y zonas turísticas corresponden a zonas de mayor forraje y menor desertificación o a altas densidades de drenajes. Esto no siempre resulta de esta manera y además la incidencia geográfica de estas áreas en el conjunto es mínima por la superficie del territorio provincial que representan.

También se procedió a analizar la correspondencia entre densidad de drenaje y las demás variables. En este caso hay una correspondencia directa con la capacidad forrajera en la zona oeste y en forma lineal en el resto de la zona que ocupa el estudio.

Hay una correspondencia claramente visible entre los temas de disponibilidad de forraje y desertificación. Ambos temas y sus variables son en su mayor parte producto de la acción antrópica y en menor medida de los ciclos climáticos. La Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación define la desertificación como la degradación de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas.

La definición adoptada por la Convención se fundamenta en una concepción de la desertificación como un fenómeno integral que tiene su origen en complejas interacciones de factores físicos, biológicos, políticos, sociales, culturales y económicos.

La República Argentina ha suscripto en 1994 y ratificado en 1996 la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación. Diversos estudios mencionan la introducción de ganado ovino como factor predominante en el proceso de desertificación. La introducción de esta especie rompe el delicado equilibrio ecológico entre la flora y fauna autóctona y produce daños irreversibles al ecosistema. La correspondencia entre ambos temas es producto de la sobre explotación del recurso. Sin embargo a los fines valorativos tienen valores inversos, alta desertificación significa baja capacidad forrajera.

MAPA AMBIENTAL MINERO

El mapa final es una imagen de raster con unidad de 1 km² la cual fue clasificada en las siguientes categorías:

1. Intangibles
2. Área de Sensibilidad Socio-Ambiental Muy Baja
3. Área de Sensibilidad Socio-Ambiental Baja
4. Área de Sensibilidad Socio-Ambiental Media
5. Área de Sensibilidad Socio-Ambiental Alta
6. Área de Sensibilidad Socio-Ambiental Muy Alta

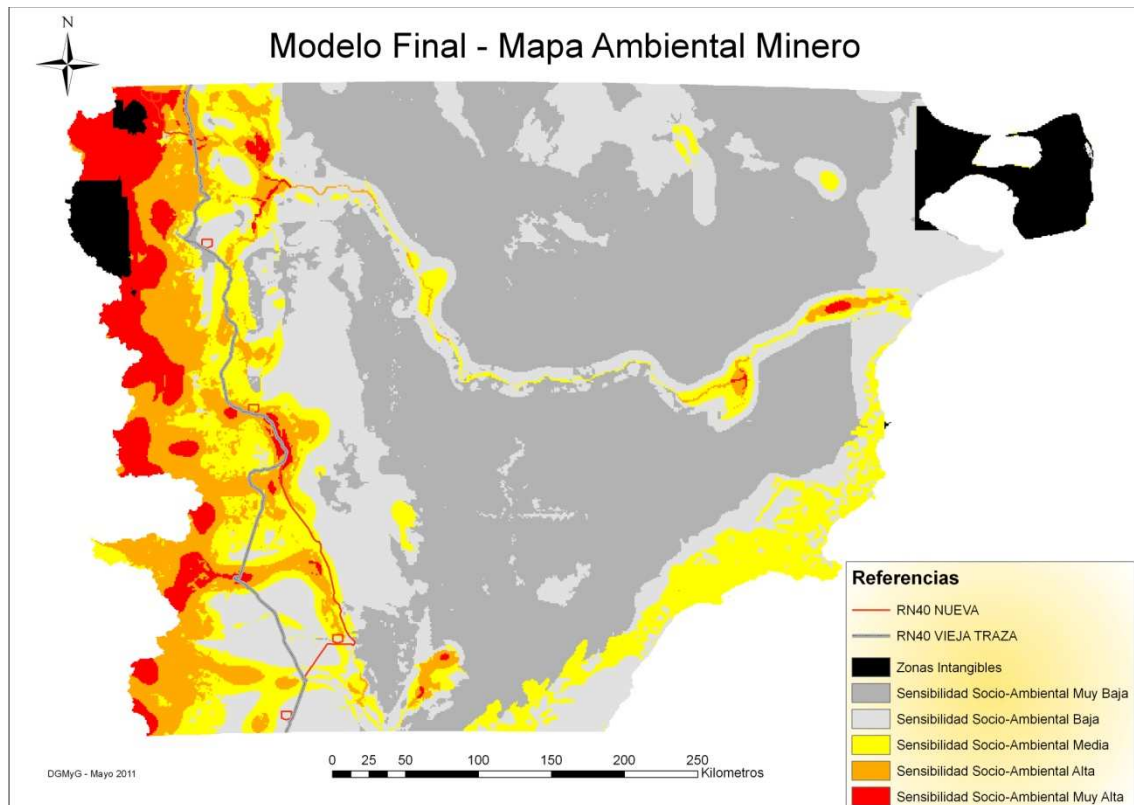


Ilustración 11 Modelo Preliminar 4

Respecto a la denominación de cada categoría, se definen en base a la presencia o ausencia de factores concurrentes para el desarrollo de actividades económicas tradicionales o actividades industriales extractivas.

Las categorías de baja sensibilidades socio ambientales corresponden a aquellas áreas en la cuales, debido a su densidad baja de drenaje superficial, su bajo potencial forrajero y alto deterioro del suelo, no podrían sustentar económicamente actividades agropecuarias. Por lo tanto estas áreas no tendrían mayores conflictos socio-ambientales para el desarrollo de otras actividades industriales.

La clasificación podría usarse en el sentido contrario y así remarcar áreas en las que por ejemplo la actividad que dependa del suelo y sus condiciones fuera la más propicia.

Se observa que estas zonas favorables para las economías dependientes de la capacidad de los suelos ocupan un pequeño porcentaje del total del territorio. En contrapartida, un gran porcentaje del territorio provincial posee capacidades importantes para el resto de las economías.

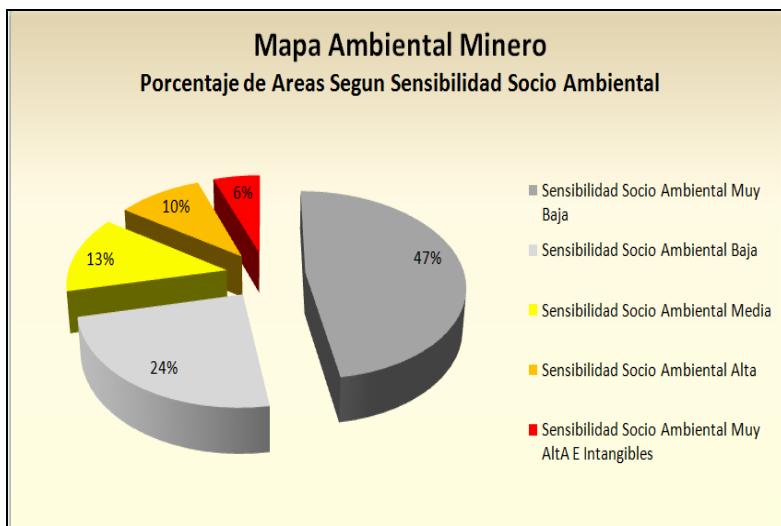


Ilustración 12 Porcentaje de Áreas según sensibilidad Socio Ambiental.

El sentido de este punto es revelar la capacidad del medio físico para sostener economías sustentables. Si bien, como se expresó anteriormente, la actividad agropecuaria es de gran importancia en la provincia como legado histórico cultural, se demuestra que no es la actividad más sustentable de acuerdo a las condiciones del medio físico actual o por lo menos no lo es en gran parte del territorio provincial.

La alternativa económica en este caso, sería desarrollar otras actividades que no dependan de la capacidad de los suelos o las precipitaciones o el turismo como pueden ser las actividades extractivas u otras actividades industriales.

Modificaciones al Modelo Final

El mapa ambiental minero define zonas con distinto grado de sensibilidad socio-ambiental que surgen como resultado de la aplicación de técnicas matemáticas y estadísticas. Sin embargo, quedan expuestas ciertas anomalías que podrían originar conflictos. Un ejemplo es la brusca variación entre zonas en ciertas áreas que por sus características naturales mudan en escasos kilómetros de una zona de alta a una zona de baja sensibilidad.

Es necesario, entonces redefinir ciertas áreas en función a las problemáticas sociales que se podrían presentar. Un caso típico es el del Río Chubut que aunque presenta características similares en todo su recorrido, merced a la suma ponderada de variables, presenta en el modelo final ciertas variaciones en el grado de sensibilidad. Se opta entonces por proteger áreas sensibles como ésta o las de alta sensibilidad ambiental con un buffer de 2 km a fin de homogeneizar en cierta forma la distribución de estas áreas o suavizar el alto contraste entre zonas. Con el mismo criterio se procedió a proteger con un buffer de 2 km la zona de los lagos Muster, Colhue Huapi, Fontana y La Plata. De esta forma se extienden en 5 km las áreas de muy alta sensibilidad ambiental, y se circundan con el mismo criterio los cuerpos de agua y cursos principales.

El Modelo con estas modificaciones en buffers es el siguiente:

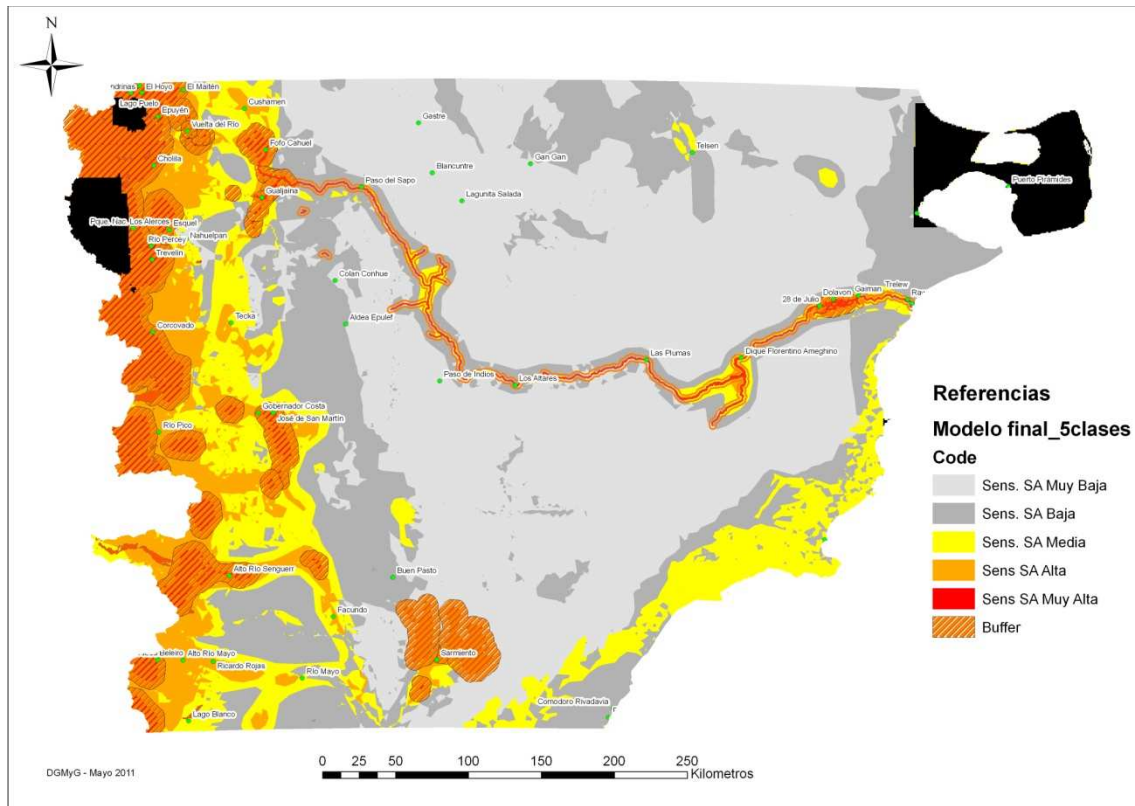


Ilustración 13 Modelo Preliminar 5

Creación de buffers

Para la creación de buffers se debió redefinir el modelo transformándolo del formato raster a un formato de shape de polígonos. Luego se tomaron los polígonos de más alta sensibilidad y se les aplicó un buffer de 5 km. El resultado fue el siguiente:

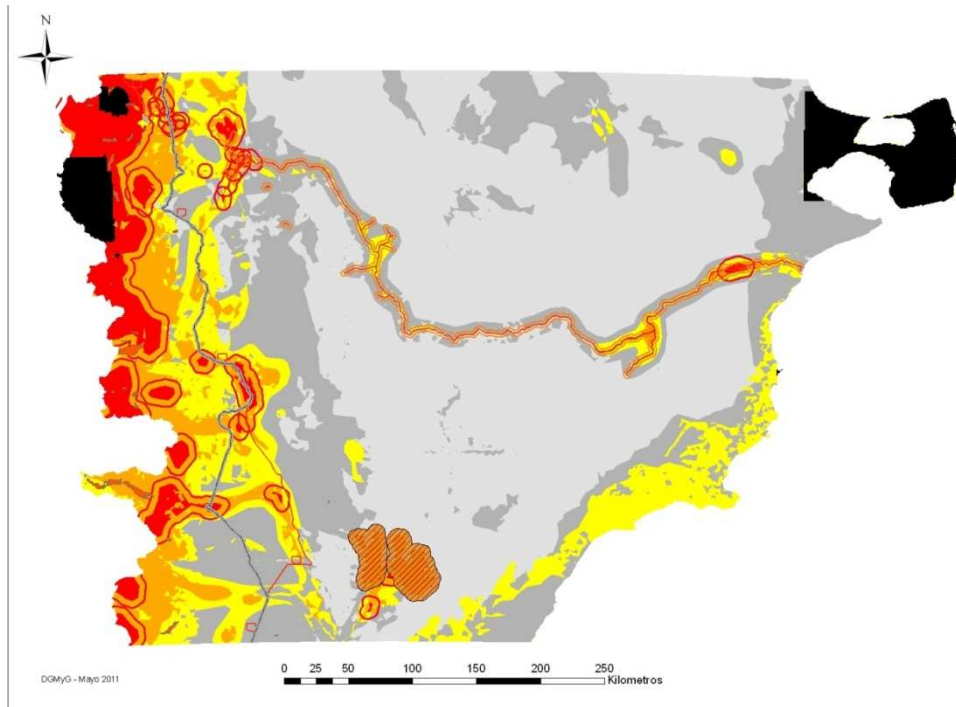


Ilustración 14 Modelo Preliminar 6

El resultado o modelo final de suma ponderada más los buffers de protección de recursos hídricos y las áreas naturales intangibles es el siguiente:

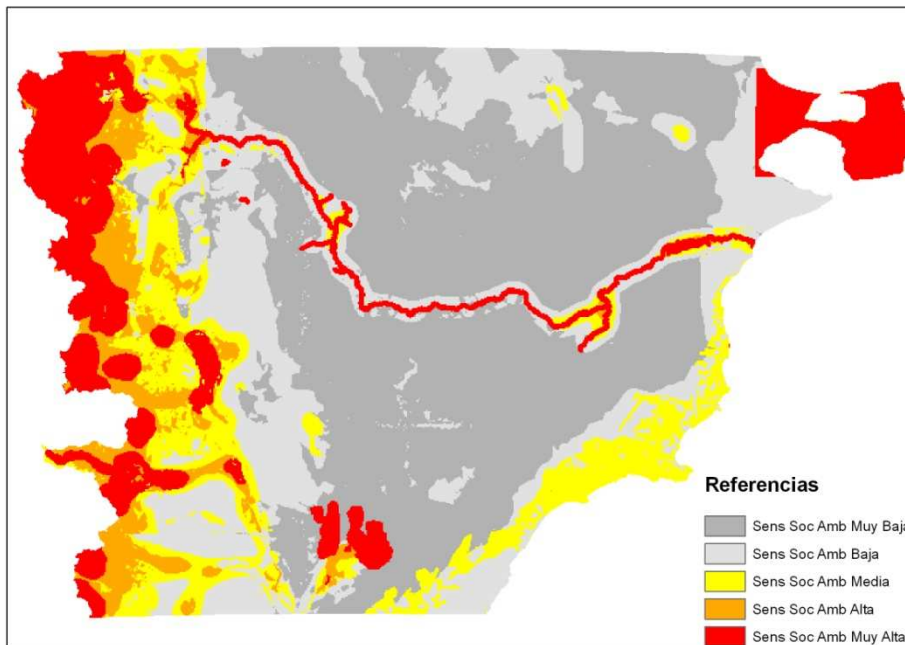


Ilustración 15 Modelo Final

Información para la toma de decisiones

La realización del presente Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Ambiental Minero de Chubut (SIGOAM), ha permitido identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas existentes en la aplicación de la herramienta.

Análisis FODA

Fortalezas

- El SIGOAM se constituye en la primera recopilación de Información Geográfica Provincial.
- El SIGOAM compila toda la información relacionada con la minería y factores socioeconómicos que interaccionan con la misma en una sola herramienta para la toma de decisiones.
- El SIGOAM se constituye como una herramienta para prevenir conflictos ambientales y sociales.

Oportunidades

- El SIGOAM se constituye en una herramienta de ordenamiento territorial provincial.
- Que el SIGOAM sea utilizado como base para un SIG provincial.

Debilidades

- La información cartográfica proveniente de distintas fuentes presenta diferencias en límites, muchas veces groseras. A la escala de trabajo no son perceptibles. Ante algún problema legal, requiere verificación a campo.
- La DGMyG no cuenta con un profesional (cartógrafo, geodesta o agrimensor) con conocimientos de geodesia.
- La DGMyG no cuenta con licencia de GIS.
- Los ejidos municipales son muy grandes.

Amenazas

- La actualización y mantenimiento de la información de base depende de distintos organismos, los cuales no tienen sistematizada la actualización de sus datos.
- La existencia de importantes contrastes de actores en relación con la adopción de tecnologías para la generación y gestión eficiente de información geográfica. Sumado a la escasa inversión en investigación y desarrollo, y escasa valorización del posicionamiento geográfico de la información, concurren como una amenaza que puede generar la desestimación de la

herramienta generada, y volver a los métodos tradicionales de la administración pública, con métodos desactualizados hace décadas.

CONCLUSIONES

Base del futuro SIG Provincial

El problema principal en la elaboración de un SIG, independientemente de su escala (para una disciplina, proyecto, institución o gobierno) es la recopilación de los datos de base necesarios.

El esfuerzo realizado en el presente trabajo ha sido utilizando los canales usuales de la Administración Pública Provincial para la gestión de información. Sin embargo, este SIG constituye una base para el desarrollo de un SIG provincial.

Este SIG provincial tiene algunos antecedentes en la Provincia. Sin embargo la relevancia de ésta herramienta de gestión, tanto para el análisis y ajuste de políticas en campos específicos de interés para la administración pública provincial y gobiernos locales, como para la implementación de indicadores de evaluación y monitoreo de la gestión del territorio y el análisis técnico de múltiples y complejas variables espaciales, la generación de escenarios actuales y posibles de uso y ocupación, hacen que se plantee como una necesidad impostergable.

Riesgo Geológico y Mapa Hidrogeológico

La Provincia del Chubut sólo cuenta con información parcial de riesgo geológico de su territorio, como así tampoco existe un mapa hidrogeológico. Estas herramientas son fundamentales para generar información con un nivel mayor de confiabilidad.

Se está realizando desde la DGMMyG en coordinación con otros organismos provinciales, el relevamiento de cuencas hidrográficas de la provincia. A la fecha se cuenta con información parcial de la línea de base hidroquímica provincial, por lo tanto no se ha incorporado al presente trabajo.

Otras consideraciones

El Mapa Ambiental Minero se realizó abarcando toda la provincia utilizando un solo sistema de coordenadas (Posgar 94,F2). Para una correcta implementación de esta herramienta se debería reproducir en las cuatro fajas en que se divide la provincia, coincidentes con las divisiones que posee el actual catastro minero. De esta manera, el producto sería compatible con el catastro minero y ganaría en precisión en los borde de las respectivas fajas.

Propuesta para la reglamentación de explotación minera para las distintas zonas según sensibilidad socio ambiental

Sin perjuicio de lo determinado por el análisis del Comité Evaluador¹⁰ y su conclusión sobre cada caso en particular, se enumeran las potenciales actividades que podrían efectivizarse en cada zona y las respectivas restricciones en cada una de ellas.

1.- Zona de Sensibilidad Socio Ambiental Muy Alta

- Se mantienen la vigencia en pleno de la Ley 5001. Prohibición de uso de Cianuro. Prohibición de explotación a cielo abierto.
- No se admite uso de sustancias químicas.
- No se admite acumulación de estériles.
- Serán permitidas:
 - Faenas subterráneas, trituración primaria y almacenamiento temporario. La DIA deberá prever un plan de gestión del material extraído durante toda la vida útil de la mina.

2.- Zona de Sensibilidad Socio Ambiental Alta

- Se mantienen la vigencia en pleno de la Ley 5001. Prohibición de uso de Cianuro. Prohibición de explotación a cielo abierto.
- No se admite uso de sustancias químicas.
- No se admite acumulación de estériles.
- Serán permitidas todas las actividades anteriores más:
 - Plantas de Concentración Mecánicas (centrífugas, mesas vibradoras y otros métodos mecánicos). La DIA deberá prever un plan de gestión del material extraído durante toda la vida útil de la mina.

Zona de Sensibilidad Socio Ambiental Media

- Se mantienen la vigencia en pleno de la Ley 5001. Prohibición de uso de Cianuro.
- Serán permitidas todas las actividades anteriores más:
 - Plantas de Concentración de tipo flotación, lixiviación ácida, básica o bacteriana.
 - Eventualmente podrían permitirse explotaciones de tipo cielo abierto¹¹

Zona de Sensibilidad Socio Ambiental Baja

- Se mantienen la vigencia en pleno de la Ley 5001. Prohibición de uso de Cianuro.
- Serán permitidas todas las actividades anteriores más:

¹⁰ Comité creado ad hoc por Ley 5001.

¹¹ Open Pit

- Instalación de Plantas de Fundición, metalurgia y electrometalurgia.

Zonas de Sensibilidad Socio Ambiental Muy Baja

- Serán permitidas todas las actividades anteriores más:
 - Plantas de lixiviación en pila¹² en todas sus modalidades.
 - En el caso de usarse cianuro, el operador deberá cumplir con los estándares internacionales de manejo del cianuro y el Código Internacional para el Manejo del cianuro¹³.

¹² Heap Leaching

¹³ www.cyanidecode.org

BIBLIOGRAFIA

Agterberg, F.P., G.F. Bonham–Carter, and D.F. Wright. “Statistical Pattern Integration for Mineral Exploration,” Computer Applications in Resource Estimation: Prediction and Assessment for Metals and Petroleum. Eds. G. Gaal, G. and D.F. Merriam, pp.1–21. Pergamon, Oxford, 1990.

Agterberg, F.P., G.F. Bonham–Carter. Logistic Regression and Weights of Evidence Modelling in Mineral Exploration. Proceedings APCOM '99, Colorado School of Mines. Golden, Colorado, October 20–22, 1999.

Barrio Parra, Fernando, Novillo Camacho, Carlos. J., Romero Calcerrada, Raúl. Cartografía Del Riesgo Humano De Incendios Como Instrumento De Gestión Del Territorio. Aplicación Sobre El Suroeste De Madrid. E. S. de CC. Experimentales y Tecnología. Universidad Rey Juan Carlos.

Berdegú Julio, Reardon Thomas, Escobar Germán, Echeverría Ruben. Opciones para el desarrollo del empleo rural no agrícola en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento Desarrollo Sostenible. Noviembre de 2001.

Bonham–Carter, G.F. “Integration of Geological Datasets for Gold Exploration in Nova Scotia,” Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 54, No. 11, pp. 585–1592, 1988.

Bonham–Carter, G.F. and F.P. Agterberg. Arc-WofE: A GIS Tool for Statistical Integration of Mineral Exploration. Datasets, pp. 497–500, Proceedings International Statistical Institute. Helsinki, August 11–16, 1999.

Bonham–Carter, G.F. Geographic Information Systems for Geoscientists—Modelling with GIS. pp. 398. Pergamon, Oxford, 1994.

Boris G. DIAZ Sistema de Información Territorial de Santa Cruz (SIT Santa Cruz) www.sitsantacruz.gov.ar

Boris Gastón Diaz, Pablo Calviño y Daniel González. Sistema de Información Territorial en Santa Cruz (Patagonia Austral, Argentina). www.sitsantacruz.gov.ar

Buzai, Gustavo. Baxendale, Claudia. Análisis Socioespacial con sistemas de Información Geográfica.

Buzai, Gustavo. Sistemas de Información Geográfica y Geografía. Líneas de avance teórico Metodológico a comienzos del siglo XXI. (Publicado en Daniel Hiernaux y A. Lindon. Tratado de Geografía Humana – Antropos. Barcelona. Pp582-600)

Caloni, Nicolás. Proyecto De Fin De Master Aplicación De Los Sistemas De Información Geográfica Para La Generación De Cartografía De Riesgos Tecnológicos Y La Localización De Equipamientos No Deseados. Caso: Comunidad De Madrid. Director: Dr. Víctor Rodríguez.

Christien Thiart, Maarten de Wit. Linking Spatial Statistics to GIS: exploring potential gold and tin models of Africa. University of Cape Town,

Constanza, R. Cumberlan, J. Daly, H. Norgaard, R. Goodland, R. "Introducción a la Economía Ecológica." Compañía editorial Continental SA. México 1999.

Fontowics, S.O., J.M.Allier, y J.R. Ravetz. 1999. "Information tools for environmental policy Under conditions of complexity". 32 páginas. European Environment Agency. Environmental issues series, N° 9.

Gallopín, G., S. Fontowics, M. O'Connor, J. Ravetz. Science for the 21st century: from social contract to the scientific core. International Journal of Social Science. Vol 168. 17 páginas.

Gary L. Raines, Graeme F. Bonham-Carter, and Laura Kemp. Predictive Probabilistic Modeling Using ArcView GIS. 2000.

Gómez Sal, A. Valoración multicriterio a escala local. Artículo de "Ecosistemas". Apuntes de VII Curso de Gestión Económica Medioambiental y los Recursos Naturales.

Graeme F. Bonham-Carter, Frederik P. Arc-WofE: a GIS tool for statistical integration of mineral exploration datasets. Agterberg Geological Survey of Canada. Canada

Hani Zahiri. A predictive Gis Methodology for mapping potencial mining induce rock falls. University of Wollongong,. 2006

Kemp, L., G.F. Bonham-Carter, and G.L. Raines. "Arc-WofE: ArcView Extension for Weights of Evidence Mapping," <http://gis.nrcan.gc.ca/software/arcview/wofe>, 1999.

Legislación sobre evaluación de Impacto Ambiental en la Provincia del Chubut. Ley N° 4032, Decreto Reglamentario N° 1153/95.

Lira Silva, Iván. Metodología para la elaboración de estrategias de Desarrollo Local. CEPAL Santiago de Chile. Noviembre de 2003.

María Teresa Lamelas Gracia. Esquema Metodológico Para La Toma De Decisiones Sobre El Uso Sostenible Del Suelo: Aplicación A La Localización De Suelo Industrial. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. 2009

Martínez Alier, J. Roca Jusment, J. "Economía Ecológica y Política Ambiental". Ed. Fondo de Cultura Económica. México junio 2000. 483 págs. www.fce.com.mx

Mensing, S.A., R.G. Elston, G.L. Raines, R.J Tausch, and C.L Nowak. In press, "A GIS Model to Predict Location of Fossil Packrat (Neotoma) Middens in Central Nevada," Great Basin Naturalist.

PROINDER Análisis financiero de Programas de Desarrollo Rural Basados en la Demanda. DDA. SAGyA. Buenos Aires. 2004.

PROINDER, Memoria. Taller Conceptos e instrumentos para el desarrollo rural provincial. 2004.

PROINDER, Memoria. Taller Organización y Gestión de las áreas de desarrollo rural de las provincias. Octubre 2003.

Rada, Daniel. Desigualdades Territoriales y Desarrollo Convergente. Mendoza. 1991:2001. Fundación Libertador. Marzo 2004.

Raines, G.L. in press, "Evaluation of Weights of Evidence to Predict Epithermal-Gold Deposits in the Great Basin of the Western United States," Natural Resources Research.

Varas, Juan Ignacio. "Economía del Medio Ambiente en América Latina". Alfaomega Univ. Católica de Chile. Abril de 1999. 360 págs. www.alfaomega.com.mx.

Weights of Evidence Method. <http://www.ige.unicamp.br/wofe/documentation/wofeintr.htm>

Wright, D.F. and G.F. Bonham-Carter. "VHMS Favourability Mapping with GIS-based Integration Models, Chisel Lake-Anderson Lake area," EXTECH I: A Multidisciplinary Approach to Massive Sulphide Research in the Rusty Lake-Snow Lake Greenstone Belts, Manitoba, Bulletin 426, Eds. G.F. Bonham-Carter, A.G. Galley, and G.E.M. Hall, Geological Survey of Canada. pp. 339-376, 387-401. 1996.