



Activity: Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones (DSS) para el Manejo Sustentable del Servicio Ecosistémico Ecoturismo/Recreación en la comuna de San Pedro de Atacama

País: Chile

Fecha: Marzo 2015

Autor: Craig Weideman

Resumen

El desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones para el manejo sustentable y efectivo del ecoturismo, y los ecosistemas en los que se basa, es uno de los objetivos centrales del proyecto ProEcoServ. Para lograr esto, los investigadores desarrollaron una serie de indicadores que caracterizan procesos y mecanismos claves, dando información relevante para apoyar la toma de decisiones. La herramienta, accesible a través una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI, por sus siglas en inglés) construida en una plataforma Open source de GRASS SIG, permite que los usuarios puedan: 1) Identificar los niveles relativos de prestación de los servicios (o “potencial de ecoturismo”) a través del paisaje; 2) evaluar los impactos potenciales de las alternativas de desarrollo sobre el potencial de ecoturismo; 3) monitorear los niveles de demanda de SE; y 4) consultar estas demandas comparadas con los niveles de uso sostenible recomendados por estudios anteriores.

En este reporte se discuten brevemente las características clave de la herramienta de toma de decisión que ha sido desarrollada en relación a este servicio ecosistémico

Contenidos

1. Introducción	5
2. Componentes DSS	6
2.1 Potencial de Ecoturismo.....	6
2.2 Evaluación de Impactos de Alternativas de Desarrollo en la Provisión del Servicio	9
2.3 Seguimiento y Monitoreo del Uso de SE.....	11
2.4 Límites de Uso Sustentable: Capacidad de Carga de Turismo	14
3. Literatura Citada.....	16

Listado de Figuras

Figura 1: Marco Básico Herramienta de Apoyo a las Decisiones para ecoturismo	5
Figura 2: Infraestructura ecoturismo identificada en San Pedro de Atacama, categorizada en 16 grandes clases.	7
Figura 3: Marco de decisión para Evaluación Multicriterio de potencial ecoturismo en San Pedro de Atacama	8
Figura 4: Modelación impacto visual piscinas de evaporación asociadas a operaciones mineras de litio en el sur del Salar de Atacama.....	10
Figura 5: Días por Año Uso de Fotos en San Pedro de Atacama, basado en 8 años de datos Flickr y generados utilizando Modelo Recreación InVEST (Wood et al. 2013).	12
Figura 7: Capturas de pantalla mostrando visualización y análisis de datos de turismo para cuatro sitios de turismo en San Pedro de Atacama realizados dentro del software Tableau	13
Figure 6: Capacidad de carga de turismo para varios sitios turísticos y asentamientos humanos.....	16

Abreviaciones utilizadas en este documento

DST	Herramientas de Apoyo a las Decisiones
SE	Servicios Ecosistémicos
AEMC	Análisis Espacial Multicriterio

1. Introducción

La Herramienta de Apoyo a la Toma de Decisiones (DST, por sus siglas en Inglés) para ecoturismo en San Pedro de Atacama se compone de cuatro indicadores integrados que los usuarios podrán interrogar separadamente, o en combinaciones relevantes para contextos específicos de toma de decisiones, dentro de una interfaz gráfica computarizada (Fig. 1). Cada componente brinda información clave para apoyar la toma de decisiones: identificar niveles relativos de provisión del servicio a lo largo del territorio, evaluar los posibles impactos a futuro (así como los existentes) de escenarios de desarrollo en la provisión del servicio, monitorear niveles del servicio utilizados por los turistas en tiempo casi-real y contrastar estas demandas en relación a los límites de uso recomendables; cada uno de estos componentes es brevemente discutido en las siguientes secciones.

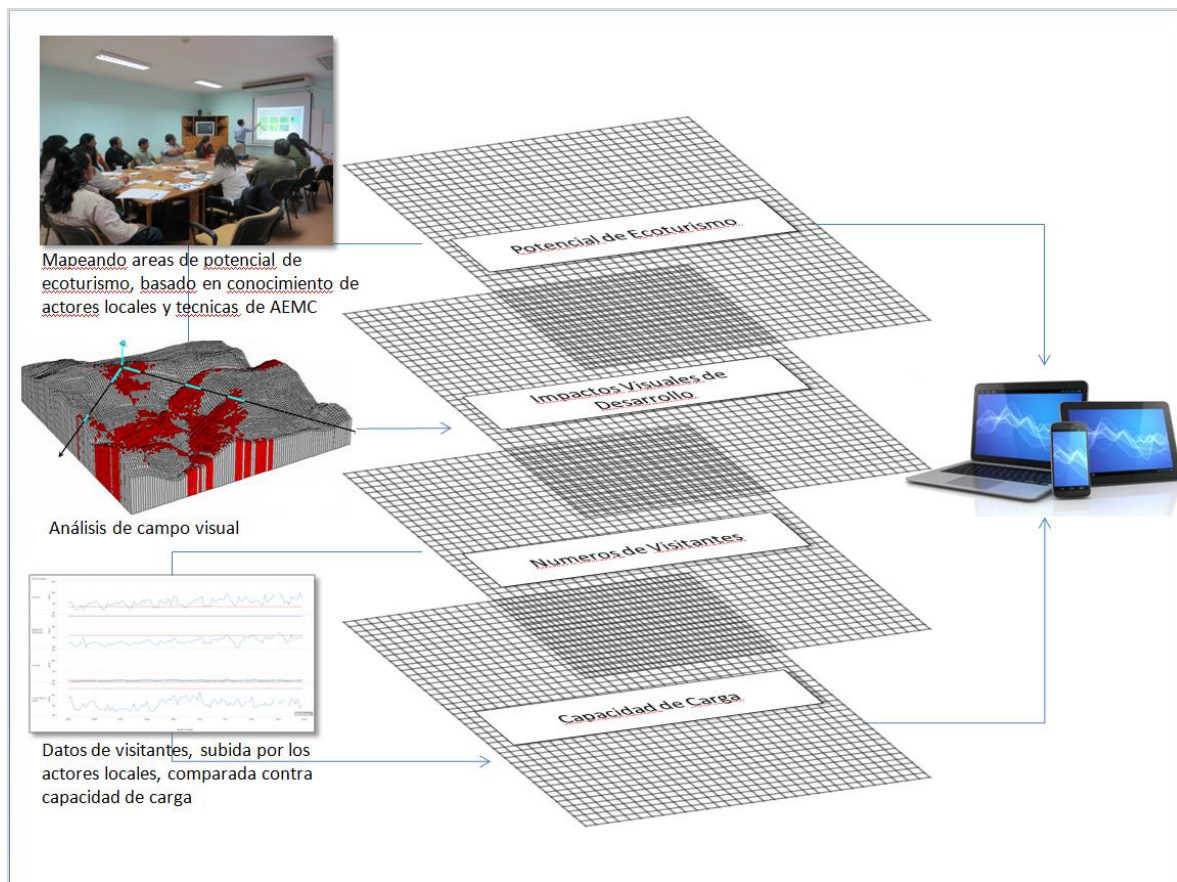


Figura 1: Marco Básico Herramienta de Apoyo a las Decisiones para ecoturismo

2. Componentes DSS

2.1 Potencial de Ecoturismo

Las oportunidades que proveen los ecosistemas para el ecoturismo *potencial ecoturismo*, en combinación con el ambiente construido (servicios, infraestructura, etc.), se considera en este documento análogo a la provisión de este SE. En relación a ello, se consideraron datos cuantitativos como indicadores clave en términos de apoyo a las decisiones, proveyendo a los tomadores de decisión de información necesaria para contextualizar y comparar los potenciales impactos de diferentes decisiones de desarrollo sobre los SE, así como considerar posibles compromisos, etcétera.

Para mapear niveles relativos de provisión de este SE dentro del territorio de San Pedro se aplicaron técnicas de Análisis Espacial Multi-Criterio (AEMC), basadas en amplios procesos de participación con los actores locales. Un aspecto clave dentro de este proceso fue la identificación y mapeo de la “infraestructura de los ecosistemas” (o recursos naturales) que proveen colectivamente oportunidades para el turismo en San Pedro de Atacama, y que hemos ampliado para incluir patrimonio arqueológico/cultural de interés en términos de ecoturismo. El trabajo de grupo focal, compuesto por actores locales involucrados en la planificación y manejo de turismo, fue convocado específicamente como apoyo desde sus conocimientos al desarrollo de este mapeo y permitió desarrollar varias categorías de “recursos ecoturísticos” que reflejan los tipos de ecosistemas básicos asociados a un valor consistente de ecoturismo (Fig. 2). Cada una de estas categorías refleja valores con pesos (ponderaciones) únicos a considerar dentro del proceso de AEMC (ver Figura 3).

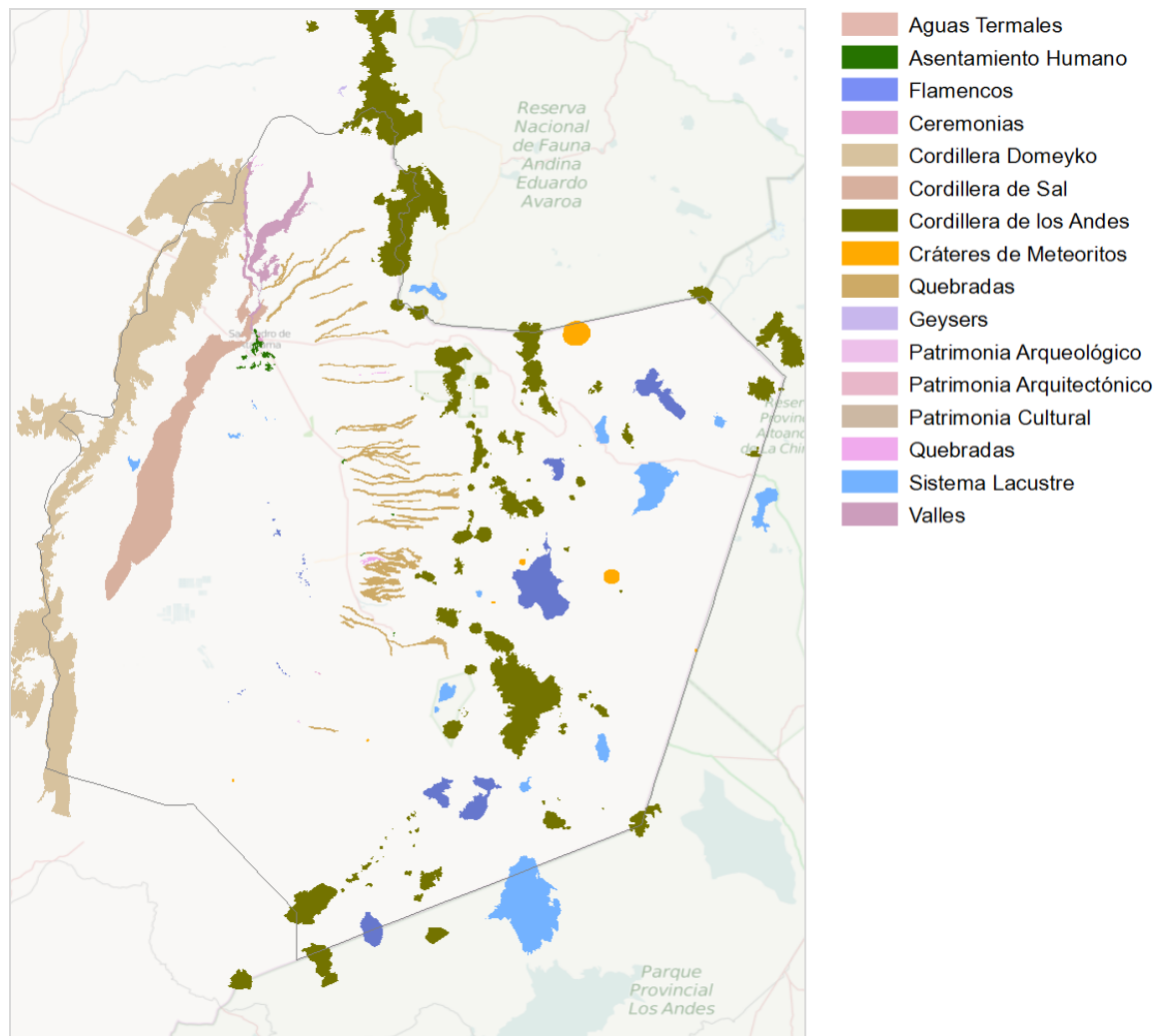


Figura 2: Infraestructura ecoturismo identificada en San Pedro de Atacama, categorizada en 16 grandes clases.

Adicionalmente a los atributos naturales (y culturales) que proveen la atracción primaria para el ecoturismo, esta aproximación permitió reconocer que la infraestructura física y los servicios también juegan un rol importante para la determinación de potencial ecoturismo. Con apoyo del grupo focal, un rango de criterios fueron desarrollados para definir potencial ecoturismo (Figura 3), y la importancia relativa de cada uno de estos criterios, fue evaluada utilizando dos diferentes técnicas de ranking y ponderación: el método de ponderación en pares (Saaty 1980) y el método directo.

Estos factores constituyen los criterios de decisión principal para definir potencial ecoturismo en San Pedro de Atacama, donde recursos específicos de ecoturismo (infraestructura de los ecosistemas) (Figura 2) y belleza del paisaje (Figura 3) fueron valuados como sub criterios dentro del grupo de criterios más amplio.

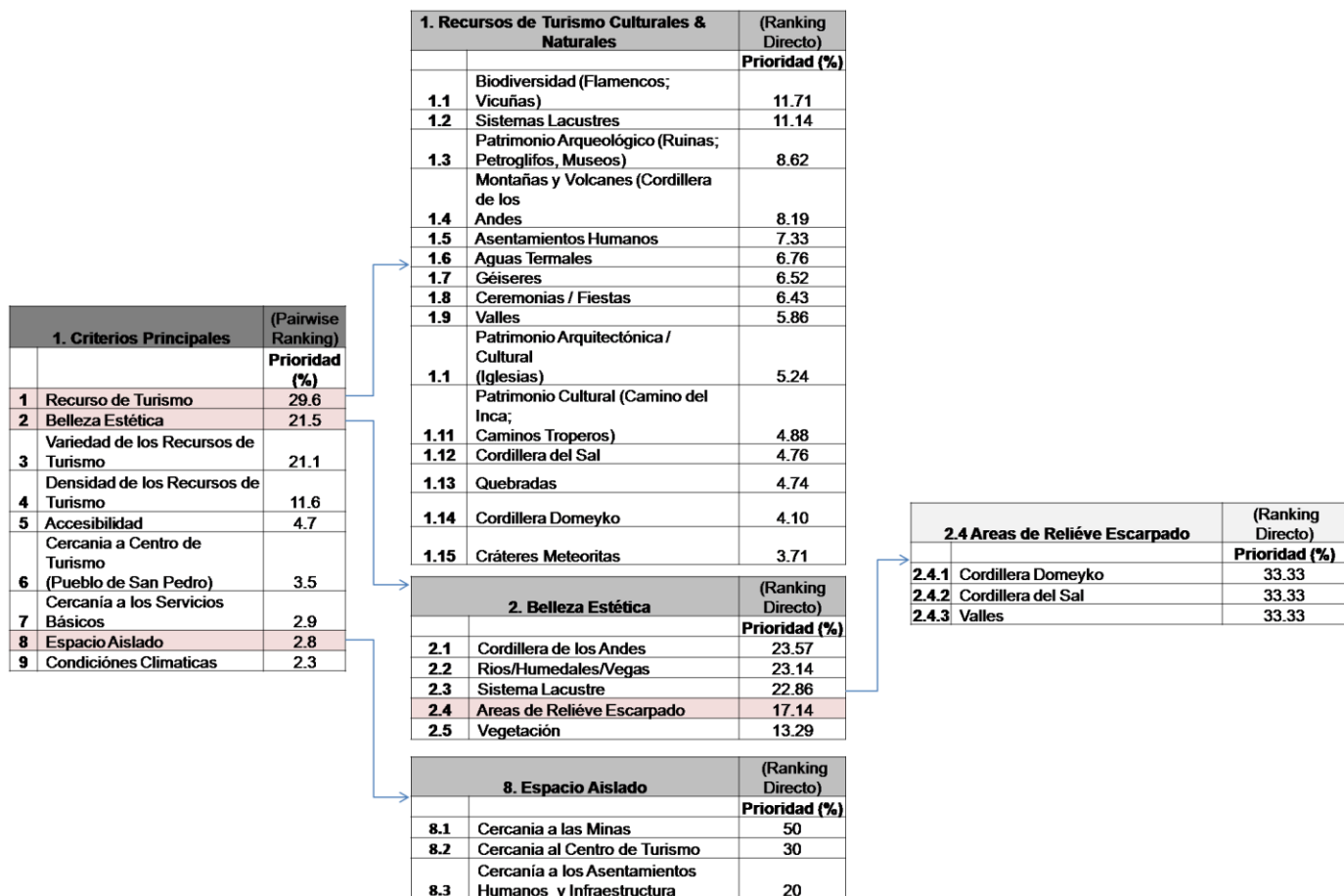


Figura 3: Marco de decisión AEMC de potencial ecoturístico en San Pedro de Atacama

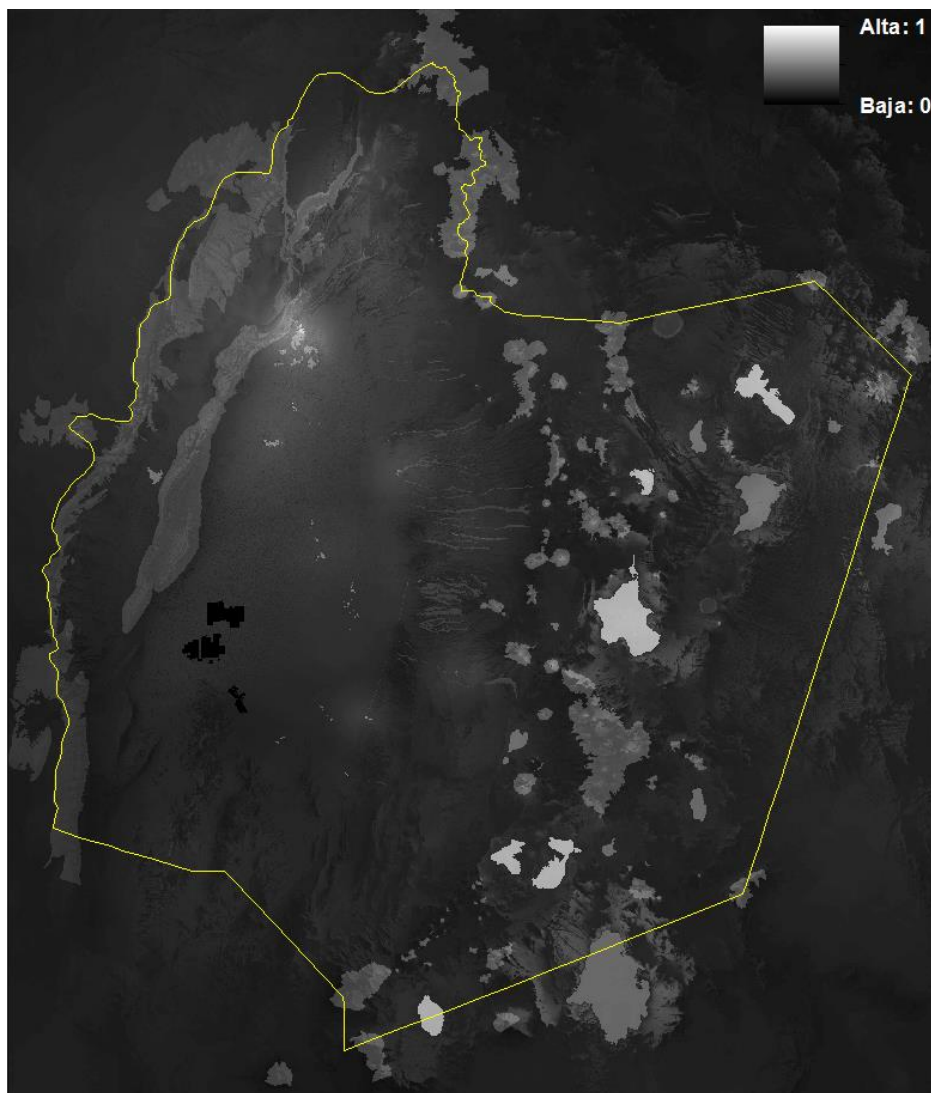


Figura 4: Mapa de potencial de ecoturismo en la comuna de San Pedro de Atacama, desarrollada basada en los criterios definido por el grupo focal (Fig. 3) y técnicas de AEMC.

2. 2 Evaluación de Impactos de Alternativas de Desarrollo en la Provisión del Servicio

Los vínculos entre ecosistemas, provisión del servicio e intervenciones humanas son complejos y frecuentemente difíciles de predecir y/o modelar con algún grado de confianza. Estos es igualmente cierto en el caso del ecoturismo. Sin embargo, a pesar de esta complejidad, es clara la existencia de una relación, posible de medir, entre el desarrollo y la calidad de los servicios prestados en relación con el impacto visual que implica. En este contexto, la belleza del paisaje fue identificada como un criterio clave que define potencial ecoturismo en San Pedro de Atacama (ver Figura 3), y la predicción del impacto visual que posibles alternativas de desarrollo puedan provocar sobre este factor es por tanto un indicador altamente útil para la toma de decisiones.

Esto puede ser relativamente fácil de visualizar utilizando un software comercialmente disponible con algoritmos de código abierto, como Python, así como datos de elevación digital, los cuales pueden ser incorporados dentro de la interfaz del DST (Fig. 4 como prueba del concepto). Mediante este componente, los usuarios podrán cotejar posible impacto visual de cualquier alternativa de desarrollo y contrastarlas con áreas de potencial ecoturismo o belleza paisajística, por ejemplo, para identificar alternativas que impliquen menores impactos.

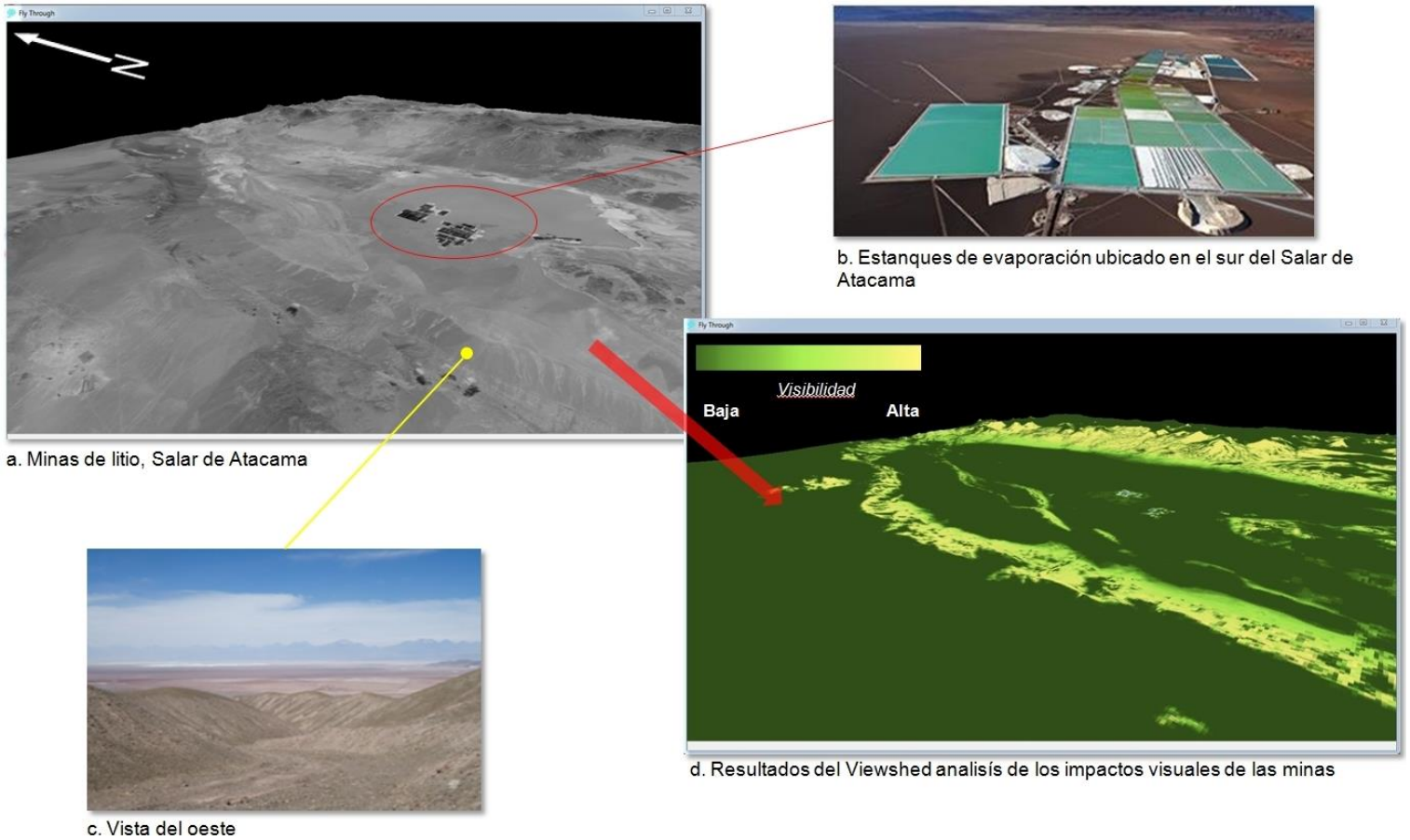


Figura 4(i): Análisis de campo visual de los impactos de las minas de litio en el sur de la Salar de Atacama.

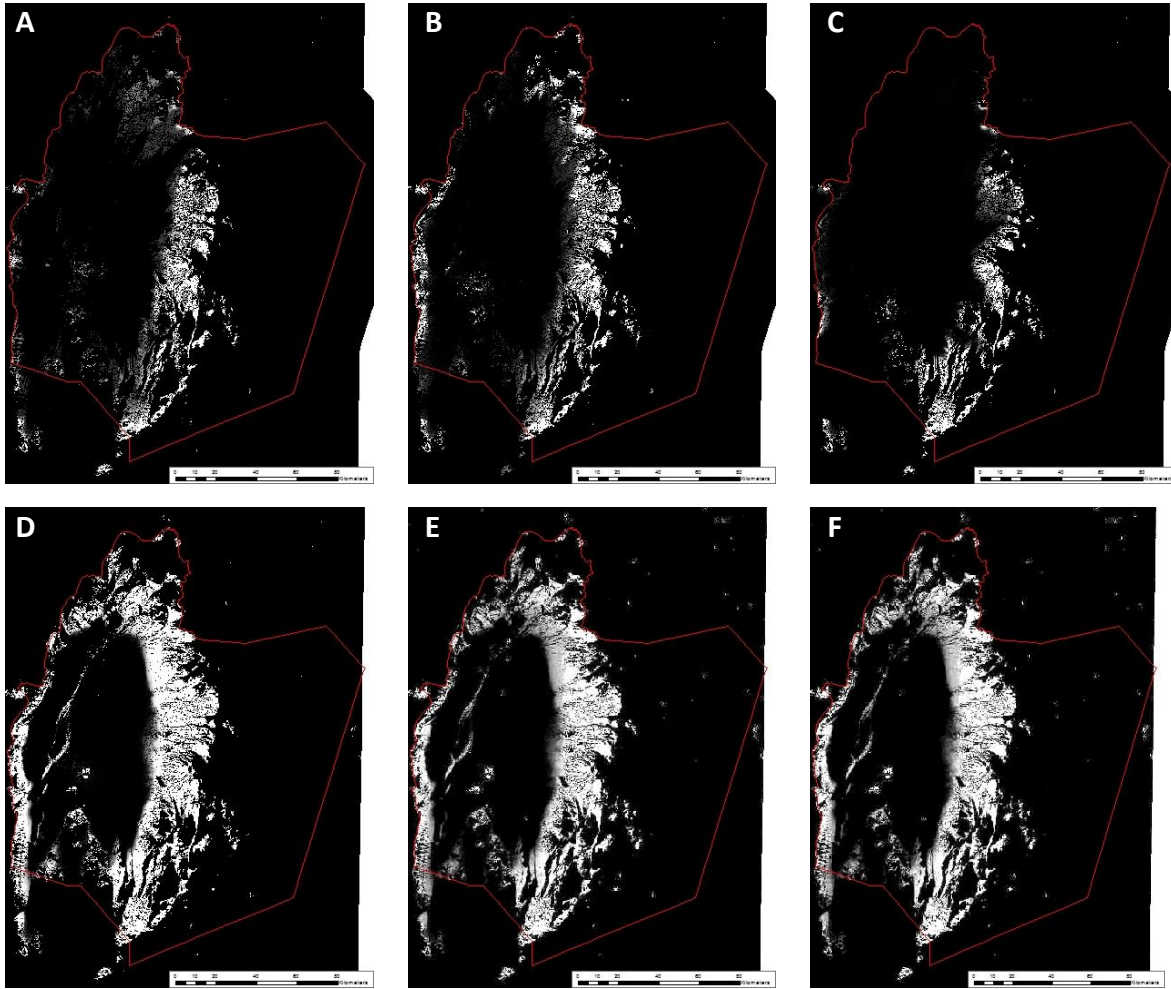


Figura 4(ii) A-D: Modelación de impacto visual de las piscinas de evaporación asociadas a operaciones mineras de litio localizadas en el sur del Salar de Atacama.

2. 3 Seguimiento y Monitoreo del Uso de SE

Un indicador de niveles de SE dentro del área de estudio, lo constituye el número de visitantes a los distintos sitios turismo en la comuna, y es por tanto una variable clave en términos de apoyo a las decisiones. Contrastando esta información con capacidad de carga por ejemplo (discutido más abajo), los usuarios pueden determinar rápidamente donde las presiones a los ecosistemas son inaceptablemente altas e implementar intervenciones de manejo apropiadas. Actualmente, los datos de visitantes están solamente disponibles para un número restringido de sitios en la comuna, los cuales no son eficientemente manejados y/o de fácil acceso a base de datos centralizada. Un desafío clave en este ámbito, es por tanto el diseño e implementación de un sistema de monitoreo en tiempo casi-real de la actividad del turismo a lo largo del área del proyecto. Varias opciones han sido exploradas en relación a este respecto, incluyendo el uso de

fotos geo-localizadas compartidas en sitios web como Flickr, que han mostrado estar positivamente correlacionadas con la actual visitación de aproximadamente 800 sitios en el mundo (Wood et al. 2013) y que fueron mapeadas mediante el modelo InVEST Recreación (Fig. 5).

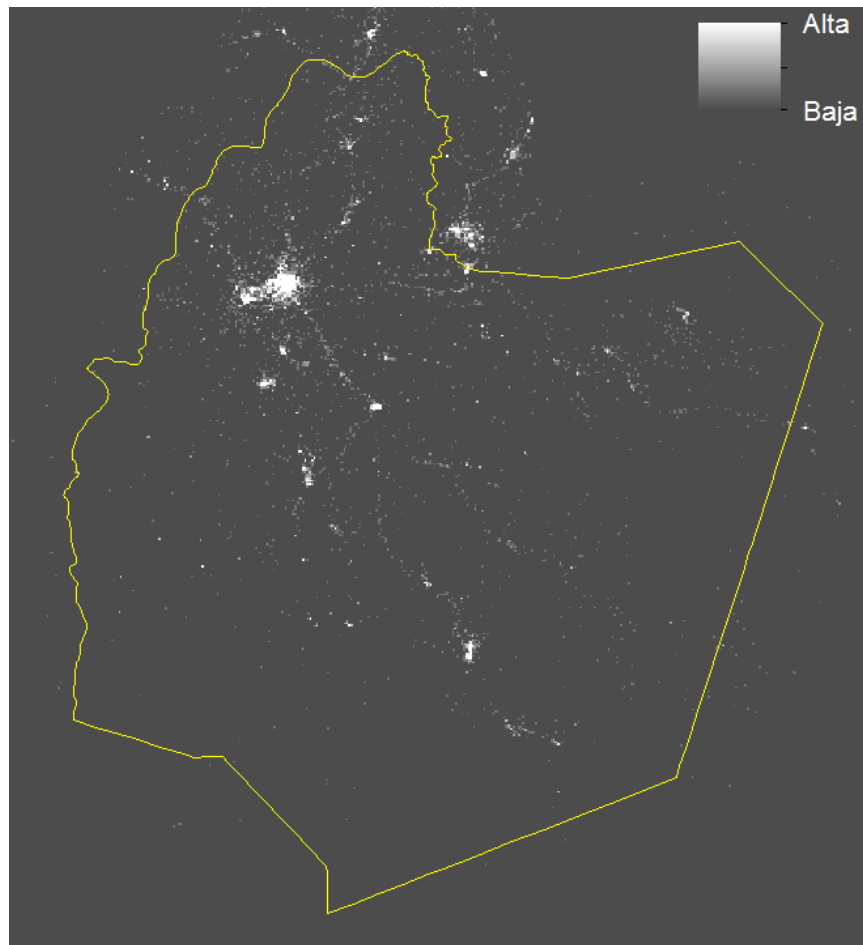
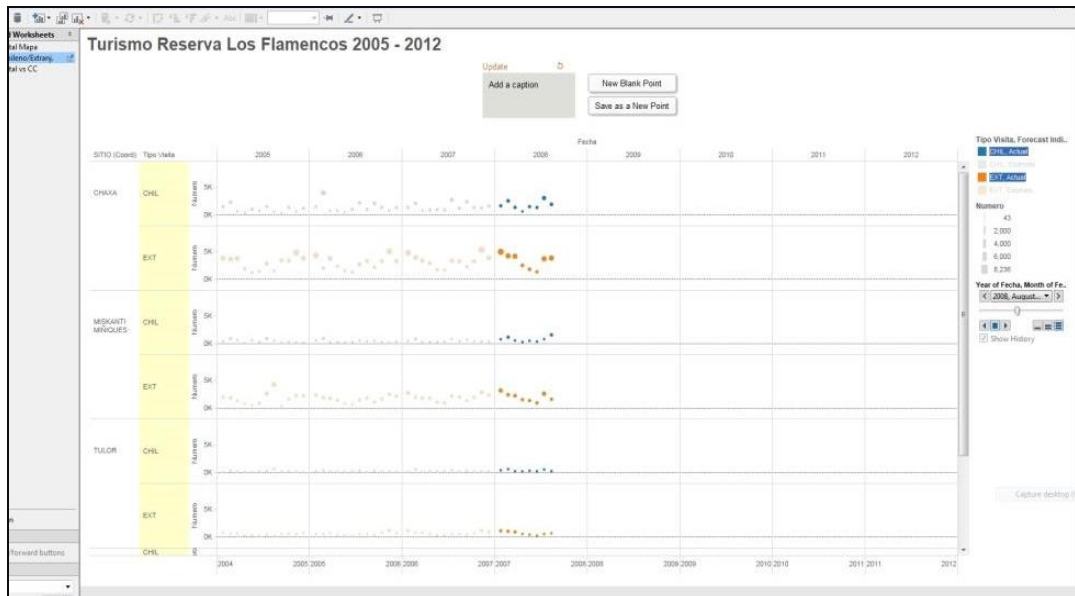


Figura 5: Días por Año Uso de Fotos en San Pedro de Atacama, basado en 8 años de datos Flickr y generados utilizando Modelo Recreación InVEST (Wood et al. 2013).

Sin embargo, aunque estos datos mostraron ser útiles para identificar tendencias generales en amplias escalas espaciales y temporales, se requiere una metodología más precisa para su aplicación dentro de la comuna. Una propuesta para conseguirlo es solicitando a los operadores turísticos proporcionar registros de ventas de tours semanal/mensual que pueda ser vinculada a una base de datos central, accesible a los usuarios, como requisito dentro de la DST.

6a.



6b.

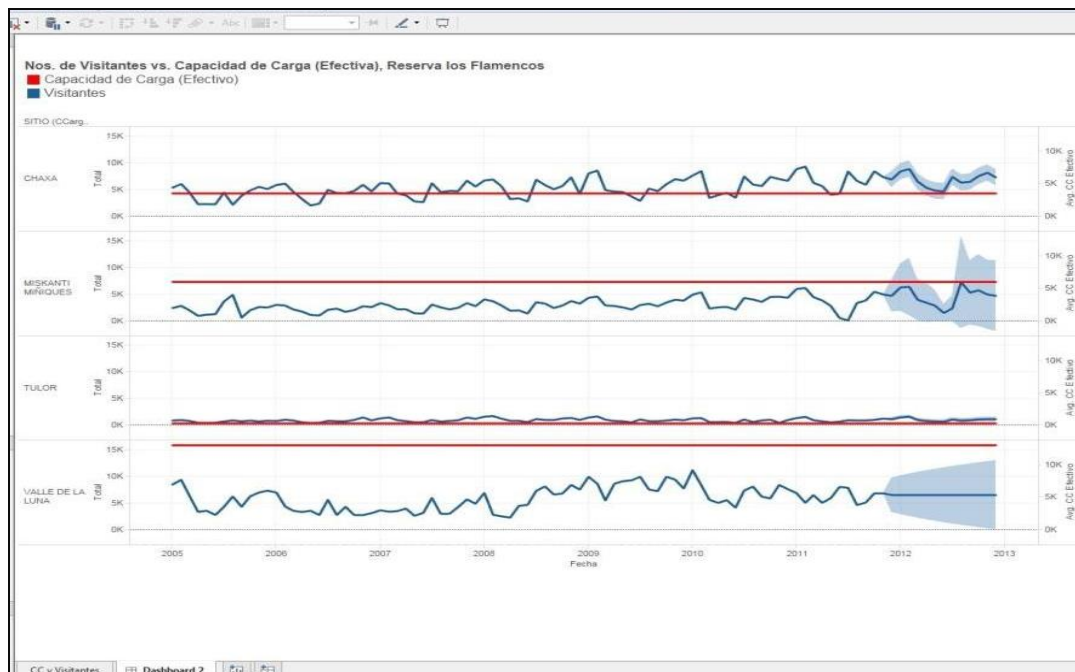


Figura 6: Capturas de pantalla mostrando visualización y análisis de datos de turismo para cuatro sitios de turismo en San Pedro de Atacama realizados dentro del software Tableau

Una vez generados y gestionados de forma centralizada, estos datos pueden ser visualizados y analizados de varias formas para apoyar la toma de decisiones (Fig. 7).

2.4 Límites de Uso Sustentable: Capacidad de Carga de Turismo

La capacidad de carga de turismo en el área del proyecto está siendo desarrollada y ampliada en base a un estudio anterior (Eurochile 2006) que aplicó el enfoque de Cifuentes et al. (1999) sobre varios sitios turísticos y asentamientos humanos en San Pedro de Atacama (Figura 4). Este enfoque está basado en la corrección de la capacidad de carga física (CCF) (número máximo de visitantes que un sitio puede recibir en un sitio dato en cualquier período de tiempo) en función de factores ecológicos relevantes y presencia de infraestructura y capacidad de pérdida/impacto en el manejo de un sitio. A través de este componente incluimos las medidas de conservación requeridas para preservar las infraestructuras de ecosistemas que proveen colectivamente este SE en San Pedro de Atacama, como se discutió en la sección 2.1 anteriormente.

El Cálculo de Capacidad de Carga

El enfoque implica tres cálculos principales: (i) Capacidad de Carga Física (CCF), que es el número máximo de personas que pueden visitar un sitio durante un día; (ii) Capacidad de Carga Real (CCR), donde CCF está sometido a varios factores de corrección (es decir, factores relacionados al mantenimiento de las condiciones locales ecológicas o culturales), que siempre resultan en la reducción de CCF; y (iii) Capacidad de Carga Efectiva (CCE), donde CRR está ajustado basado en factores relacionados a la capacidad de manejo en cada sitio, y pueden resulta en la reducción de CCR, o manteniéndola constante, como lo siguiente:

$$CCF > CCR \geq CCE$$

i) Capacidad de Carga Física

$$CCF = V/A * S * t$$

S = Superficie disponible

V/A = Visitantes / área ocupada

t = Tiempo necesario para ejecutar la visita

ii) Capacidad de Carga Real

$$CCR = CCF * (100-FC1)/100 * (100-FC2)/100 * (100-FCn)/100$$

FC1 hasta FCn son factores de corrección expresado en porcentaje

iii) Capacidad de Carga Efectiva

$$CCE = CCR * CM/100$$

CM/100 es el porcentaje de la capacidad de manejo mínima

$$CCF > CCR \geq CCE$$

i) Capacidad de Carga Física

$$CCF = V/A * S * t$$

S = Superficie disponible

V/A = Visitantes / área ocupada

t = Tiempo necesario para ejecutar la visita

ii) Capacidad de Carga Real

$$CCR = CCF * (100-FC1)/100 * (100-FC2)/100 * (100-FCn)/100$$

FC1 hasta **FCn** son factores de corrección expresado en porcentaje

iii) Capacidad de Carga Efectiva

$$CCE = CCR * CM/100$$

CM/100 es el porcentaje de la capacidad de manejo mínima

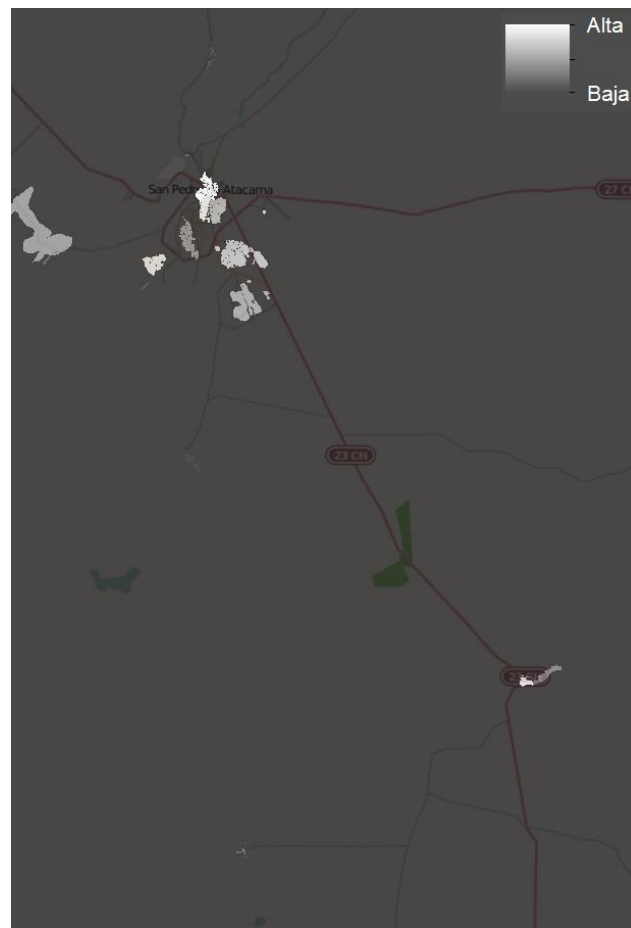


Figura7: Mapa de capacidad de carga de turismo para varios sitios turísticos y asentamientos humanos (Eurochile 2006)

3. Literatura Citada

Cifuentes, M. et al. 1999. Capacidad de carga turística en las áreas de uso público del Monumento Nacional de Guayabo, Costa Rica. Internet: www.wwfca.org/wwfpdfs/Guayabo.pdf.

Eurochile (2006). Intensidad de uso turístico del destino territorial San Pedro de Atacama.

Nahuelhual L., Carmona A., Lozada, P., Jaramillo, A., Aguayo, M. 2013. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography* 40: 71-82.

T.L. Saaty. The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, 1980.

Wood, S.A., Guerry, A. D., Silver J. M., Lacayo, M. 2013. Using social media to quantify nature-based tourism and recreation. *Scientific Reports* 3: 2976. DOI: 10.1038/srep02976.