

Proyecto	SQMSL641				
Materia	Respuesta a observaciones planteadas en el capítulo V por la Unidad de medio Ambiente del Consejo de Pueblos Atacameños.				
Distribución	SQM Salar S.A.				
Código	GEOB.SQMSL641.MTE001	Elaborada por	RC - AH - CI	Fecha Elab	06-10-2021

1. Antecedentes

De acuerdo a las observaciones realizadas por el Consejo de Pueblos Atacameños (CPA) al Programa de Cumplimiento Ambiental del Titular SQM Salar S.A, y en particular a las exigencias materia del Apéndice 1.6. "Dinámica de la biota terrestres y acuática en el Borde Este del Salar de Atacama, Región de Antofagasta".

Es que la presente minuta técnica se refiere a la exigencia N°3 del Consejo de Pueblos Atacameños (CPA):

- Realizar un nuevo informe que incluya el análisis estadístico considerando la serie de tiempo completa y no dividida por periodos de los datos de la vegetación.

Esta exigencia es desarrollada en el informe técnico: Dinámica de la vegetación del Borde Este en el periodo 1998 – 2019. Donde se dio énfasis en analizar la serie de tiempo completa sobre la base del escenario Landsat SR (nivel 2), incluido en el Apéndice 1.6 Refundido, el cual forma parte de las sugerencias e indicaciones de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), las que se entregaron a través de la Resolución exenta N°34//ROL F-041-2016 de la SMA (Resolución N° 34), memorándum N°21068/2021 y reunión técnica con SMA-SQM celebrada de manera remota el lunes 13 de septiembre 2021.

El escenario Landsat SR (nivel 2) utiliza como insumo imágenes con píxeles con reflectividad en superficie, la cual es una variable que puede compararse entre escenas de distintas temporadas, sólo con la aplicación de la ecuación de re-escalamiento (USGS, 2020). También, incluye un proceso de Re-segmentación de las unidades vegetacionales 2019 con el objeto de diferenciar distintos niveles de vigor (sección 4.3.2.2 del Apéndice 1.6 Refundido) y el relleno de datos ausentes producto del bandeo (Landsat 7) (Anexo 4 del Apéndice 1.6 Refundido) conforme a lo solicitado por la SMA.

Los análisis aplicados al periodo completo (1998 – 2019), incluyen:

- Análisis de la tendencia de la actividad fotosintética medida como NDVI en el periodo completo (1998 – 2019)
- Relación de la vegetación con el nivel freático en el periodo con datos de nivel medido a través de pozos (2008 – 2019)
- Relación de la vegetación con las precipitaciones (1998 – 2019)

2. Respuestas a las exigencias planteadas por el Consejo de Pueblos Atacameños (CPA), al informe técnico “Dinámica de la biota terrestre y acuática en el Borde Este del Salar de Atacama Región de Antofagasta” (Apéndice 1.6).

- Realizar un nuevo informe que incluya el análisis estadístico considerando la serie de tiempo completa y no dividida por periodos de los datos de la vegetación.

Se analiza la dinámica de la vegetación mediante análisis de tendencia estadística, considerando la serie de datos completa y dos fuentes de datos: Superficie de la vegetación según mapa anual y análisis de la actividad vegetacional medida como NDVI según imágenes satelitales Landsat SR (nivel 2).

a) Superficie de la vegetación a partir del mapa anual en el periodo 2006 – 2019

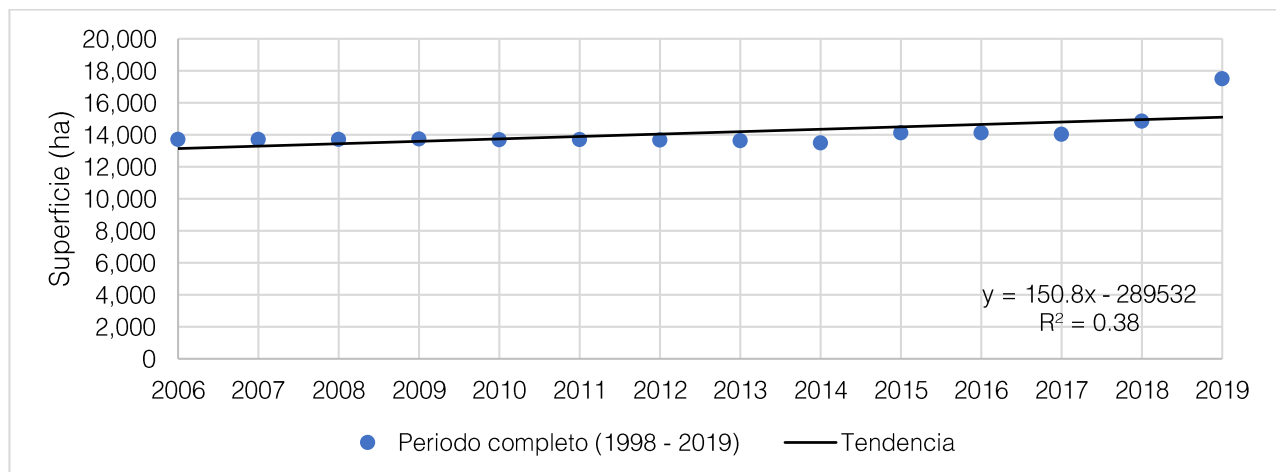
El análisis de la superficie con vegetación según mapa anual (RCA 226/2006), considerando todos los periodos con información disponible, fueron presentados en el Apéndice 1.6 Refundido, específicamente en el capítulo 5.1.1: Análisis cualitativo y de tendencia en la superficie cubierta con vegetación según mapeo anual de la vegetación.

En esta sección, se analiza de manera descriptiva la dinámica de la vegetación, así como también la tendencia de todos los periodos de análisis (Periodo 2008 – 2012, periodo 2013 – 2015, 2016 – 2019, 2013 – 2019) y de todos los datos disponibles (2006 – 2019)

Los resultados del análisis de tendencia considerando todos los datos disponibles (2006 – 2019), evidencian que la superficie de la vegetación tiene una tendencia significativa al incremento de manera (pendiente=+150,8; valor $p=0,02$), con una relación entre las variables de 0,38 (R^2), esto se presenta de manera gráfica en la Figura 2-1. Conforme a lo expuesto en la sección 3.3 del Apéndice 1.6 Refundido, esta tendencia se explica por el desarrollo de formaciones vegetacionales estacionales desde el 2017 a la fecha, producto del incremento de las precipitaciones locales, tal como se verifica en la sección 5.1.5.2 del Apéndice 1.6 Refundido (Precipitación anual (mm) de la estación meteorológica Camar).

Estas formaciones estacionales, también conocidas como pastos de lluvia corresponden al Matorral de Káuchal (*Tiquilia atacamensis*) y Lukupa (*Cistanthes sp*).

Figura 2-1. Tendencia de la superficie cubierta con vegetación en el periodo 2006 – 2019



b) Análisis de la actividad vegetacional medida como NDVI a partir de imágenes Landsat en el Periodo 1998 – 2019

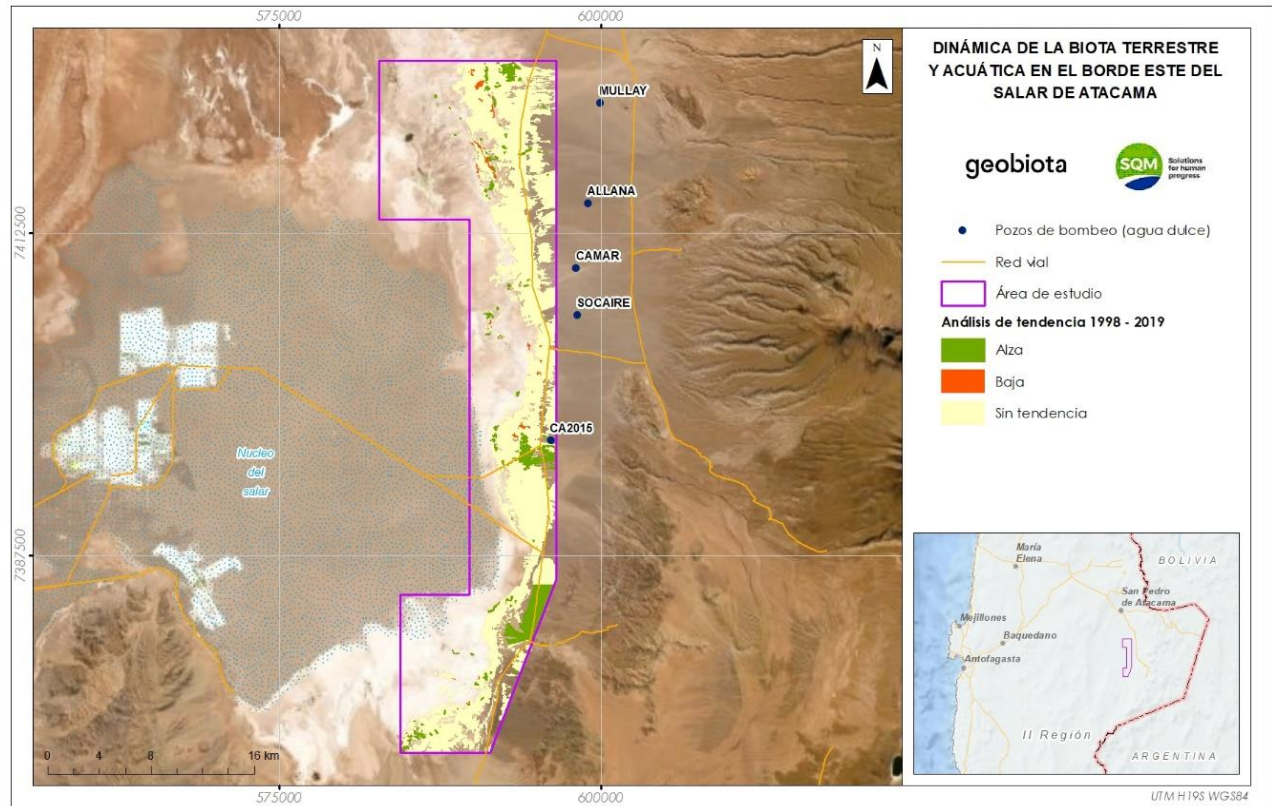
Se analizó la actividad vegetacional utilizando el Índice NDVI derivado de Imágenes Landsat SR (reflectividad en superficie), considerando el periodo 1998 – 2019. El detalle de estos análisis se encuentra en el informe “Dinámica de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama en el Periodo 1998-2019”.

El análisis considerando el periodo completo de datos contempla 10 años previos al Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006), más 12 años de Operación del Proyecto (2008 – 2019). En consecuencia, los resultados presentados son una combinación de la dinámica natural de la vegetación más los eventuales efectos del Proyecto.

Metodológicamente, se utilizó el escenario Landsat SR (nivel 2), el cual incluye todas las mejoras solicitadas e indicadas por la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) a partir de la resolución N° 34, en sus considerandos N°68 y N°70, el memorándum N°21068/2021 y la reunión técnica con SQM celebrada de manera remota el lunes 13 de septiembre 2021, donde se observó, indicó y solicitó cambios metodológicos y reemplazos de insumos en el análisis vegetacional mediante imágenes satelitales presentados en el PdC 2020. El detalle del método aplicado en este escenario se indica en la sección 4.3.2.2 del Apéndice 1.6 Refundido. A modo de resumen, este escenario consideró los siguientes cambios de insumos y procesos:

- Se utilizan Imágenes Landsat 5 (TM) y Landsat 7 (ETM) de nivel 2: Estas escenas están compuestas por pixeles de reflectividad en superficie (SR), la cual es una variable que puede compararse entre escenas de distintas temporadas, sólo con la aplicación de la ecuación de re-escalamiento (USGS, 2020).
- Relleno de datos ausentes producto del bandeo (Landsat 7): (Anexo 4 del Apéndice 1.6 Refundido).
- Re-segmentación de las unidades vegetacionales 2019: con el objeto de diferenciar distintos niveles de vigor (sección 4.3.2.2 del Apéndice 1.6 refundido)

Los resultados del análisis de tendencia de la vegetación medida como NDVI en el periodo 1998 – 2019, determinó que el 90,7% de la superficie con vegetación (15.851,25 ha) se presentó estable, al no verificarse una tendencia estadísticamente significativa. Mientras que, el 8,2% de la superficie (1.441,44 ha) presentó un alza de la actividad vegetal, condición que se verifica en todos los tipos vegetacionales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Además, sólo un 1,1% de la superficie con vegetación (186,75 ha) presentó un descenso de la actividad vegetacional, compuestas por 40 unidades vegetacionales.

Figura 2-2. Distribución del área con tendencia en el periodo 1998 – 2019

El 70% de estas unidades a la baja (28 unidades) cuentan con pozos de monitoreo cercano, a partir de los cuales fue posible contrastar la dinámica de la actividad vegetal (NDVI) con la profundidad del nivel freático en el periodo de funcionamiento del Plan de Seguimiento hidrogeológico (PSAH) (2008 – 2019). Al respecto, se determinó que todas las unidades evaluadas con la profundidad (28 unidades) no presentaron relación estadística con el NDVI, tal como se verifica en la sección 4.2.1 del informe Dinámica de la vegetación del Borde Este en el periodo 1998 – 2019.

Los resultados de NDVI-Profundidad permitieron verificar que, no existe correlación (estadísticamente significativa) entre la profundidad de la napa y la actividad vegetal medida como NDVI en los casos que se identificaron polígonos con actividad vegetal con tendencia a la baja. Por ello, las reducciones en la actividad de la vegetación observadas e indicadas en el periodo analizado no podrían ser explicadas como consecuencia de variaciones en la profundidad de la napa y no podrían atribuirse al proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006).

3. Referencias bibliográficas

ETIENNE, M. y CONTRERAS, D., 1980.- Cartografía de la vegetación y sus aplicaciones en Chile. Bol. TechTec., Fac. Agr. y Vet. Univ. de Chile, 46: 1-27.

ETIENNE, M. y PRADO, C., 1982.- Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras: conceptos y manual de uso práctico. Ciencias Agrícolas, Fac. Agr., Univ. de Chile, 10: 120 p.

YEPEI CHEN, KAIMIN SUN, DEREN LI, TING BAI, WENZHUO LI, 2018. "Improved relative radiometric normalization method of remote sensing images for change detection," J. Appl. Remote Sens. 12(4), 045018 (2018), doi: 10.1117/1.JRS.12.045018.

GODRON, M., DAGET, P., EMBERGER, L., LE FLOC'H, E., LONG, G., POISSONET, J., SAUVAGE, C. et WACQUANT, J.-P., 1968. Code pour le relevé méthodique de la vegetation et du melieu. CNRS, PARIS, 292 p.

MATEAU, A y RUIZ L.A, 1999. Comparación y evaluación de métodos de normalización radiométrica relativa. Revista de Teledetección.