



INFORME ESTADO DE VEGA SAPUNTA, MAYO 2016

CONTRATO N° 4501578473

**Servicio de monitoreo, operación, remediación y viverización Vega Sapunta
(V0)**

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	3
2. Análisis del estado de la Vega Sapunta.....	4
2.1. Análisis de la composición florística	5
2.2. Análisis de la cobertura de la vegetación	6
2.3. Análisis de la COT	6
3. Estado de los principales variables monitoreadas.....	7
3.1. Aplicación de agua en Vega Sapunta.....	8
3.2. Altura de Napa Freática en Pozos SAP 1, SAP 2 y SAP 3.....	9
3.3. Altura de agua en Pozas 1 y 2	10
3.4. Niveles piezométricos al interior de la vega.	11
3.5. Niveles de humedad de suelos al interior de la vega.	11
4. Operación del sistema de Mitigación.....	11
4.1. Descripción del sistema.....	11
4.2. Operación y control del sistema	12
4.3. Optimización del sistema de mitigación y recarga.....	12
5. Conclusiones	13
6. Bibliografía	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Listado florístico de las especies registradas durante el muestreo mediante transectos en la Vega Sapunta.....	5
Tabla 2.2 Cobertura absoluta promedio de los transectos 1 al 6	6

1. RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo hacer un análisis del estado general de la condición de la Vega Sapunta, analizando la información recopilada en los últimos 5 meses de operación del sistema de monitoreo, operación y seguimiento de la vega, lo que considera la vegetación que allí se desarrolla, como así también la dinámica de las variables de estado que definen su condición general. De esta forma se analiza en primer lugar la vegetación, desde el punto de vista de la composición florística, su cobertura y los valores de la COT reportados por POCH Ambiental. De la misma forma, se hace un análisis de los últimos meses de monitoreo de las variables ambientales que se están registrando comparándolas con sus umbrales.

En términos generales, la vega se encuentra en una buena condición, con presencia de *Deyeuxia eminens* en fase de dispersión e individuos de buen desarrollo (cerca de los 60 cm de altura). Se observa ramoneo de la fauna local en varios sectores. En el sector oeste fueron encontradas un par de plantas pequeñas de *Parastrephia* creciendo al interior del pajonal, lo que indica el dinamismo del ecotono. En la parte superior de la vega se ve la vegetación en mejor condición que en el sector inferior, fundamentalmente asociado a la presencia y disponibilidad de agua.

La vega se encuentra en la actualidad bajo aplicación de agua, utilizando para esto el sistema de recarga sub-superficial del acuífero, y el sistema de apoyo a surgencias, vertientes naturales y poza 1. El tercer componente del sistema de mitigación, que consiste en un sistema de riego por aspersión no se encuentra en uso, debido a que su uso podría provocar cambios en la estructura de la vegetación natural existente en la vega.

Desde el punto de vista de las variables monitoreadas que dan cuenta de la disponibilidad de agua para la vegetación, se observa que los niveles se han mantenido sobre los umbrales establecidos en el RCA respectivo. Los caudales aplicados, en su conjunto, se han mantenido por debajo de los 5 l/s, y en la actualidad, no superan los 2,6 l/s dada la estacionalidad de la vegetación y las condiciones de evapotranspiración.

El sistema de recarga debe ser mejorado en el corto plazo, de forma tal de poder aumentar la eficiencia de la recarga en algunos puntos.

Se sugiere el desarrollo de un estudio de mediano plazo que permita entender el funcionamiento Ecosistémico de la vega, y de esa forma poder emular adecuadamente los ciclos naturales, tanto del nivel freático, como de la vegetación asociada. Este estudio debe alimentar un modelo de simulación ecosistémico que permita incorporar la variable climática en el largo plazo.

2. Análisis del estado de la Vega Sapunta

Durante marzo de 2016 se realizó una campaña de monitoreo de vegetación, de forma tal de determinar riqueza y cobertura de la misma. Se trabajó en base a las 21 unidades muestrales o transectos indicados en el informe de monitoreo estacional de 2011 (Poch Ambiental, 2011), y sucesivos, las cuales abarcan el sistema de la Vega y el de Matorral presente en el área. La ubicación espacial de dichos transectos se muestra en la Figura 2.1.



Figura 2.1 Ubicación espacial de los transectos monitoreados en la Vega Sapunta

Respecto a la distribución espacial de la vegetación y los transectos instalados a lo largo de la Vega Sapunta, se identificaron dos formaciones distintas, la primera asociada a la vegetación del tipo azonal y la segunda asociada a la vegetación del tipo zonal.

En términos generales, la vega se encuentra en una buena condición, con presencia de *Deyeuxia eminens* en fase de dispersión e individuos de buen desarrollo (cerca de los 60 cm de altura). Se observa ramoneo de la fauna local en varios sectores. En el sector oeste fueron encontradas un par de plantas pequeñas de *Parastrephia* creciendo al interior del pajonal, lo que indica el dinamismo del ecotono. En la parte superior de la vega se ve la vegetación en mejor condición que en el sector inferior, fundamentalmente asociado a la presencia y disponibilidad de agua.

En relación a la composición florística, mediante los transectos recientemente estudiados, se observaron 5 especies, de las cuales 4 se encontraban fenológicamente en semillación. La especie azonal dominante es *Deyeuxia eminens* seguido por *Oxychloe andina*, mientras que la vegetación zonal es principalmente dominada por *Parastrephia lucida*.

2.1. Análisis de la composición florística

En este monitoreo de transectos, se determinó la existencia de cinco especies, de las cuales no hay ninguna familia con mayor representatividad dado que cada familia fue representada por solo una especie (Tabla 2.1).

Con respecto al origen biogeográfico de las especies registradas, se determinó que todas las especies son Nativas de Chile (autóctonas), sin embargo ninguna es endémica de Chile. Con respecto a la fisionomía de las especies registradas, se encontraron cuatro hierbas perennes, mientras que solo se encontró un Arbusto perenne. Además, ninguna de las especies registradas ha sido catalogada en alguna categoría de conservación (Tabla 2.1)

Dada la fecha en la que se realizó el muestreo por transectos, la mayoría de las especies se encontró en proceso de semillación. *Deyeuxia eminens* se encontró en plena fase de dispersión, mientras que *Oxychloe andina* y *Parastrephia lucida*, se encontraron en proceso de post dispersión, es decir, con pequeñas cantidades de semillas en la planta y con la mayoría de las estructuras florales secas. Por otro lado, las especies *Phylloscirus acaulis* y *Ranunculus aff. cymbalaria*, se encontraron en crecimiento vegetativo (sin estructuras florales ni frutos)

El monitoreo de los transectos realizado en marzo de 2016, muestran que la riqueza en la Vega Sapunta es de cinco taxas, Por otro lado, los transectos establecidos en el 2005, muestran que la riqueza de especies fue de dos taxas y esta se reflejó en dos de los tres transectos establecidos, mientras uno presentó una taxa.

Los registros muestran que los transectos ubicados en la sección poniente de la Vega Sapunta tienen menor cantidad de taxas.

Tabla 2.1. Listado florístico de las especies registradas durante el muestreo mediante transectos en la Vega Sapunta

Nº	Familia	Especie	Origen Biogeográfico	Hábito	Estado Fenológico	Estado de Conservación	Tipo de Vegetación
1	Poaceae	<i>Deyeuxia eminens</i>	<i>Hierba Perenne</i>	N	Semillación	S/C	Azonal
2	Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i>	<i>Hierba Perenne</i>	N	Semillación	S/C	Azonal
3	Cyperaceae	<i>Phylloscirus acaulis</i>	<i>Hierba Perenne</i>	N	Vegetativa	S/C	Azonal
4	Asteraceae	<i>Parastrephia lucida</i>	<i>Arbusto Perenne</i>	N	Semillación	S/C	Zonal
5	Ranunculaceae	<i>Ranunculus aff. cymbalaria</i>	<i>Hierba Perenne</i>	N	Vegetativa	S/C	Azonal

2.2. Análisis de la cobertura de la vegetación

Respecto a la cobertura de la vegetación, ésta alcanzó en promedio, a un 52,2% para todos los transectos, con un rango de entre 0 y 90% de cobertura. La especie que presentó mayor cobertura absoluta fue *Deyeuxia eminens*, la cual alcanzó, en algunos transectos, coberturas superiores al 60%, como promedio. La Tabla 2.2 muestra los valores de cobertura absoluta promedio de los transectos establecidos en 2010 y que fueron monitoreados en marzo de 2016.

Tabla 2.2 Cobertura absoluta promedio de los transectos 1 al 6

Especie	T1'	T2'	T3'	T4'	T5'	T6'
<i>Deyeuxia eminens</i>	0	19	60	41	79	47
<i>Oxychloe andina</i>	0	0	9	0	0	0
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	0	2	11	0	0	0
<i>Parastrephia lucida</i>	18	22	2	2	9	17
<i>Ranunculus cymbalaria</i> aff.	0	0	6	0	0	0
Rastrojo	1	2	1	3	4	6
Suelo Desnudo	81	55	11	54	8	30

2.3. Análisis de la COT

El análisis de las distintas COT estimadas por POCH Ambiental y reportadas a la autoridad (POCH Ambiental, 2016), la superficie de la Vega Sapunta ha tenido variaciones en el tiempo (Figura 2.2), desde un valor referencial de 0,91 ha a un máximo de 1,03 ha (+13,2%) y reportando un valor actual de 0,87 ha (-4,4%). Estas variaciones, normales en estos sistemas, reflejan la variabilidad estacional de las precipitaciones, el aporte de la recarga que entrega la variabilidad en la hidrología y la evapotranspiración, dado por condiciones locales de las variables meteorológicas.

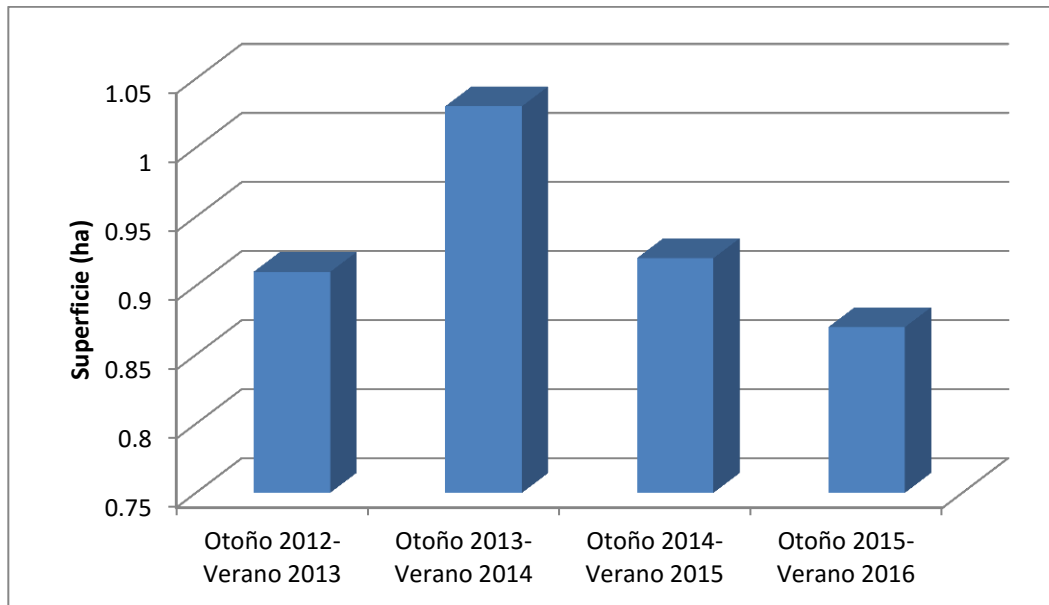


Figura 2.2 Variación de superficie de la Vega Sapunta. EL valor de referencia es el de otoño 2012-verano 2013. Fuente: POCH Ambiente: COT Vega Sapunta , otoño2015-verano 2016

3. Estado de los principales variables monitoreadas

Se muestra un análisis temporal de los principales parámetros que dan cuenta de la disponibilidad de agua en la Vega Sapunta, a partir de enero del año 2016. De esta forma se muestra en primer lugar los caudales aplicados en la vega, el estado de los niveles en pozos, pozas y piezómetros y los niveles de humedad de suelo registrados en los diversos puntos de monitoreo a lo largo y ancho de la Vega. La Figura 3.1 muestra la ubicación de los principales sensores y puntos de aplicación de agua a la vega.

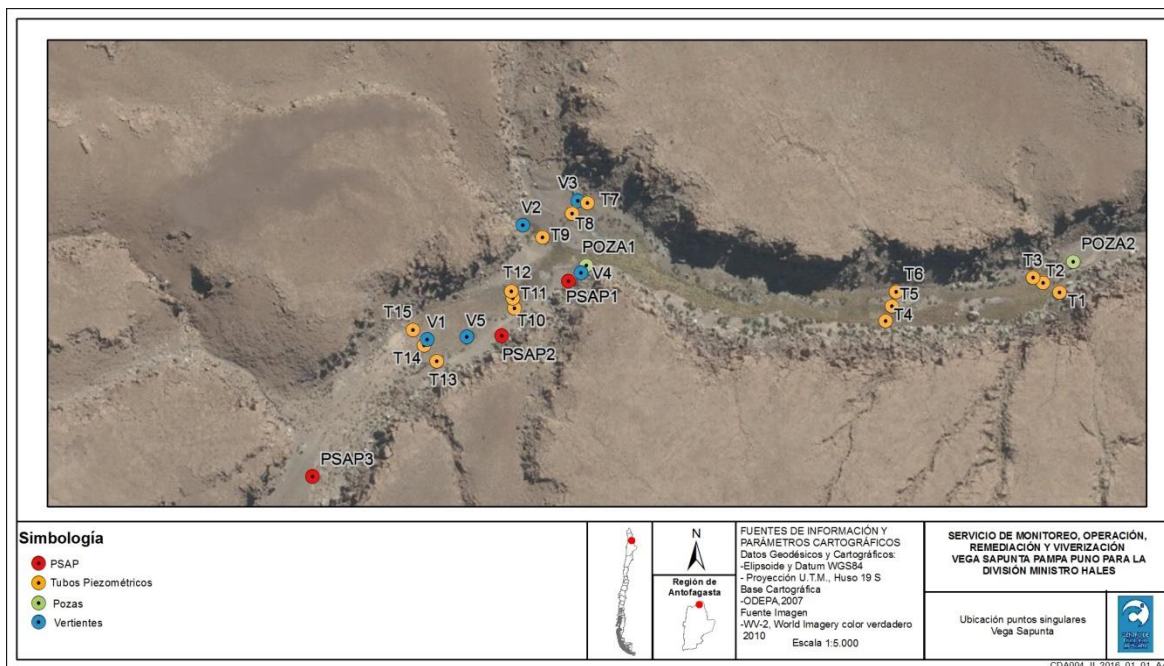


Figura 3.1 Ubicación de los pozos, pozas, y tubos piezométricos que se monitorean en la Vega Sapunta.

3.1. Aplicación de agua en Vega Sapunta

La aplicación de agua en forma artificial a la vega comenzó el 13 de noviembre de 2015. En la Figura 3.2 se muestra el caudal aplicado por día en el mantenimiento de la vega. Se observan dos períodos, a saber, desde mediados de noviembre de 2015 a finales de diciembre de 2015 y un segundo período, a partir de mediados o fines de enero de 2016 a los primeros días de mayo de 2016. Se observan aplicaciones promedio de alrededor de 5 l/s en el primer período, con valores máximos cercanos a 8 l/s y, en el segundo período coincidente con el verano de 2016, valores más bajos, en torno de un promedio de 3,5 l/s, con valores máximos de alrededor de 5 l/s. La tendencia a la fecha es de disminuir las aplicaciones, dado que la evapotranspiración ha disminuido por el estado fenológico de la vegetación y por las condiciones climáticas imperantes. Estas aplicaciones de agua han logrado mantener los niveles piezométricos por sobre los umbrales establecidos en el RCA correspondiente y los niveles de humedad de suelo se encuentran dentro de los rangos establecidos.

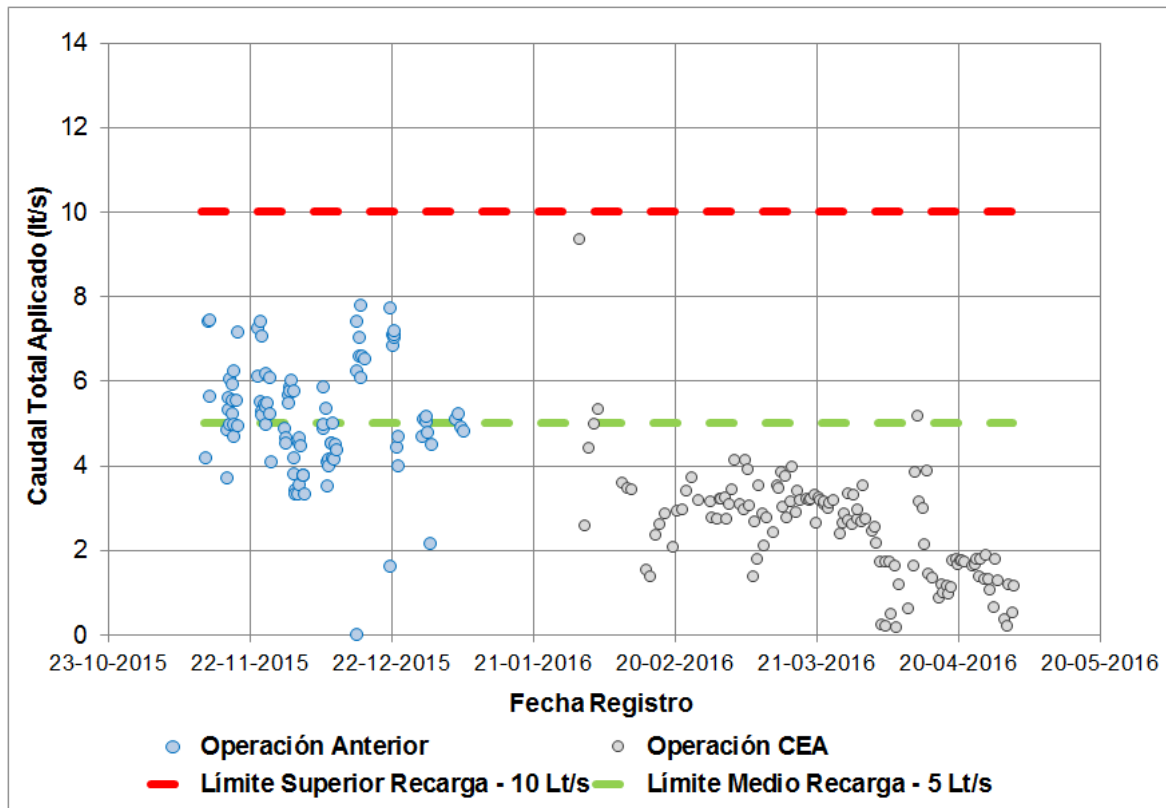


Figura 3.2 Caudales totales aplicados en la Vega, período mediados de noviembre 2015 a mayo 2016.

3.2. Altura de Napa Freática en Pozos SAP 1, SAP 2 y SAP 3

Las figuras siguientes dan cuenta de los niveles registrados en los Pozos SAP1, SAP 2 y SAP 3, a partir del 1 de enero de 2016 donde se aprecia que los niveles se han mantenido sobre los umbrales establecidos.

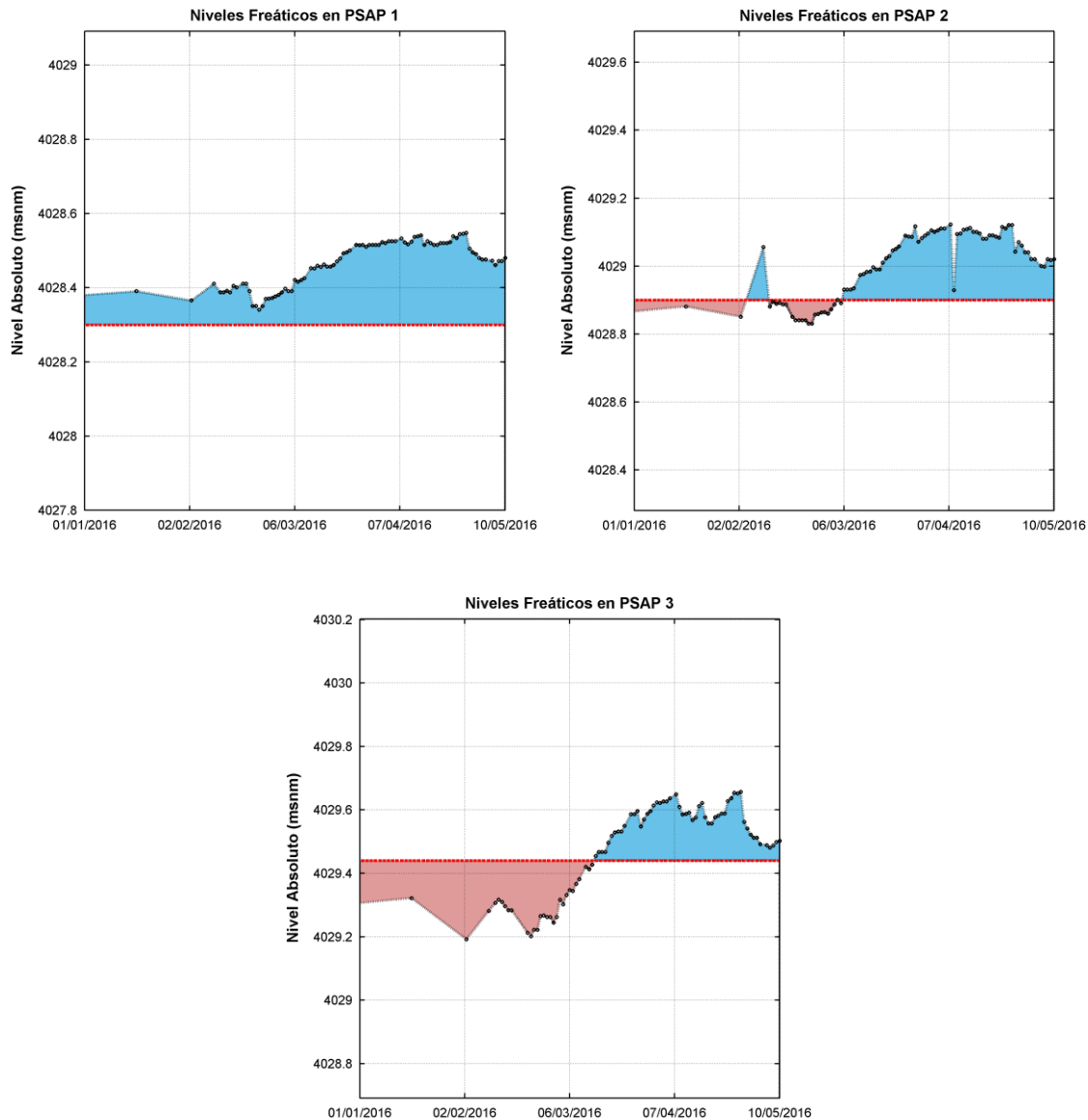


Figura 3.3 Niveles freáticos en pozos SAP1, SAP 2 y SAP 3, desde enero de 2016 a la fecha.

3.3. Altura de agua en Pozas 1 y 2

Similarmente al análisis de los niveles freáticos en los pozos SAP 1, 2 y 3, se registran y muestran en la Figura 3.4 los niveles de agua superficial en las pozas 1 y 2, ubicadas en la vega, desde el 1 de enero de 2016. Los valores muestran estabilidad en los niveles, a pesar de que se observan algunas variaciones al inicio del período.

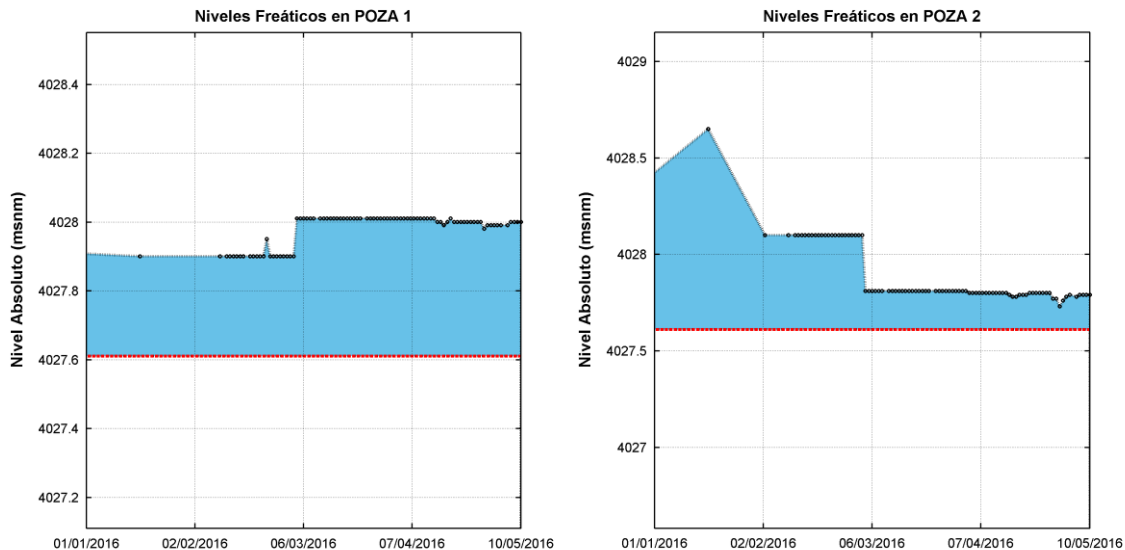


Figura 3.4 Niveles de agua en la regleta de las pozas 1 y 2, ubicadas en Vega Sapunta.

3.4. Niveles piezométricos al interior de la vega.

Se ha estado realizando un monitoreo de los niveles freáticos en transectos a lo ancho y largo de la vega y los niveles, a la fecha se encuentran estables, y en sus niveles.

3.5. Niveles de humedad de suelos al interior de la vega.

De la misma forma en que se monitorea los niveles piezométricos, se está registrando los valores de humedad volumétrica de suelos al interior de la vega, por sobre el nivel freático. Los valores registrados se encuentran en su mayoría, por sobre el umbral establecido, con la excepción del punto 12, que se ha mantenido persistentemente mostrando valores inferiores al umbral. El punto 15, por otra parte se encuentra en el límite, con algo de descenso bajo el umbral. Esta situación se sugiere corregirla con una mejor distribución de los puntos de recarga.

4. Operación del sistema de Mitigación.

4.1. Descripción del sistema

El sistema de mitigación, para la aplicación de agua a la vega, en términos generales, consta de tres componentes principales, a saber:

- Sala de bombas
- Línea de conducción de 110 mm y estanque regulador
- Sistema de riego y línea de 160 mm.

El caudal de diseño para el sistema de mitigación es de alrededor de 10 l/s el cual es captado desde la sentina existente en campo de pozos sur e impulsado desde la sala de bombas a un estanque regulador de 10.000m³ ubicado a unos 1.500 m de distancia. El estanque, en su interior, contiene sensores de nivel que regulan la partida y detención de la(s) bomba(s).

El sistema de riego considera la conducción de agua desde la salida del estanque de 10.000m³, en tubería de 160 mm de HDPE, por alrededor de 3.470 m, hasta la zona de riego.

El sistema de riego en la vega consiste en tres componentes principales:

- Sistema de recarga sub-superficial del acuífero en dos áreas dentro de la vega y tres sistemas de recarga en pozos PSAP 1, 2 y 3, fuera de la vega.
- Sistema de apoyo a surgencias, vertientes naturales y poza 1 que permita el escurrimiento libre de agua superficial.
- Sistema de riego por aspersión en el área superior de la vega.

El sistema completo tiene la posibilidad de ser operado automáticamente mediante un programador de riego y decodificadores para control de las válvulas de terreno, como manualmente.

4.2. Operación y control del sistema

En la actualidad el sistema se encuentra operando parcialmente y en forma manual, debido a que para operarlo automáticamente se requiere un mayor conocimiento de la dinámica del nivel freático y de la respuesta de la vegetación existente a las condiciones ambientales y a los niveles registrados de humedad de suelos y nivel freático.

La operación parcial se refiere a que se encuentra en funcionamiento el sistema de recarga sub-superficial del acuífero y el de apoyo a surgencias, vertientes naturales y poza 1. El componente de riego por aspersión NO se encuentra operativo, y no se considera operarlo debido a que la aplicación de agua en forma superficial a un sistema vegetacional azonal puede producir cambios en la estructura de la vegetación.

El control del sistema es manual y se está registrando los caudales aplicados a cada punto de apoyo y de recarga, de forma de entender la respuesta puntual y estacional del nivel freático, de la humedad de suelos y de la dinámica natural de la vegetación existente. En este último sentido, se requiere entender la fenología de las especies existentes en el lugar de forma tal de poder entregarles las condiciones ambientales adecuadas para que se expresen en forma natural, siguiendo sus propios ciclos fisiológicos.

4.3. Optimización del sistema de mitigación y recarga

La operación actual del sistema de recarga se ha basado en la mantención de los niveles reportados en el RCA N°2603/2005, para los pozos PSAP, pozas 1 y 2 y los piezómetros y sensores de humedad de suelos en la Vega. En este sentido el sistema ha sido eficiente en términos de que los puntos de recarga sub superficial han permitido mantener esos niveles en forma bastante adecuada. No obstante lo anterior, es necesario hacer alguna corrección de al menos una de las recargas a las vertientes, de forma tal de poder tener un mejor comportamiento en los niveles registrados en los piezómetros ubicados en la parte más alta de la vega.

Ahora bien, es necesario ir más allá y para poder imitar adecuadamente el comportamiento natural del ecosistema del lugar es necesario entender adecuadamente el comportamiento hidrológico e hidráulico de la vega, como así también el comportamiento ecofisiológico de la vegetación que crece naturalmente en el lugar. De esta forma, se podrá asociar el desarrollo de la vegetación, temporal y espacialmente con los niveles freáticos existentes y de esa forma poder optimizar el sistema de recarga para que sirva a los fines de que la vegetación asociada a la vega mantenga su riqueza, cobertura y que la COT permanezca más estable en el tiempo. Esto a su vez permitirá utilizar la automatización del sistema de recarga y aumentar los niveles de autonomía en la operación de la recarga

Dado lo anterior, se requiere una intervención a corto plazo de modificación de uno o más puntos de recarga, de forma tal de mejorar la eficiencia de la misma y, un estudio a mediano plazo que permita elaborar el modelo ecosistémico de funcionamiento de la vega. Se requiere para esto como actividades, hacer mediciones ecofisiológicas, fenológicas, de raíces, y de física de suelos, entre otras. Adicionalmente se debe considerar la transmisión on-line de la mayor parte de los sensores instalados en terreno, de forma tal de tener un control más cercano del estado del humedal.

El estudio debería entregar como producto un modelo ecosistémico de funcionamiento, y las directrices operacionales del sistema de recarga y mitigación. Este estudio debería tener una duración mínima de 12 meses, para obtener sus primeros resultados, aunque el monitoreo debería continuar, para que en conjunto con un modelo ecofisiológico de simulación continua (ej: Cropsyst para microcuencas), debería permitir evaluar el comportamiento de la vega en el mediano y largo plazo, de forma tal de que la regla de operación pueda ajustarse de acuerdo a la variabilidad climática.

5. Conclusiones

Se puede indicar que la vega se encuentra en una buena condición, con presencia de *Deyeuxia eminens* en fase de dispersión e individuos de buen desarrollo (cerca de los 60 cm de altura). Se observa ramoneo de la fauna local en varios sectores. En el sector oeste fueron encontradas un par de plantas pequeñas de *Parastrephia* creciendo al interior del pajonal, lo que indica el dinamismo del ecotono. En la parte superior de la vega se ve la vegetación en mejor condición que en el sector inferior, fundamentalmente asociado a la presencia y disponibilidad de agua.

El análisis de las distintas COT estimadas por POCH Ambiental y reportadas a la autoridad, la superficie de la Vega Sapunta ha tenido variaciones en el tiempo, desde un valor referencial de 0,91 ha, en 2011 a un máximo de 1,03 ha, en 2012 (+13,2%) y reportando un valor actual de 0,87 ha (-4,4%) en 2016.

Estas variaciones se consideran normales en estos sistemas y reflejan la variabilidad estacional de las precipitaciones, el aporte de la recarga que entrega la variabilidad en la hidrología y la evapotranspiración, dado por condiciones locales de las variables meteorológicas.

La vega se encuentra en la actualidad bajo aplicación de agua, utilizando para esto el sistema de recarga sub-superficial del acuífero, y el sistema de apoyo a surgencias, vertientes naturales y poza 1. El tercer componente del sistema de mitigación, que consiste en un sistema de riego por aspersión no se encuentra en uso, debido a que su uso podría provocar cambios en la estructura de la vegetación natural existente en la vega.

Se requiere entender la dinámica del nivel freático y las relaciones entre éste y la humedad del suelo, como así también la fenología natural de las especies que componen la vegetación de la vega, para poder controlar adecuadamente y, ojalá automatizadamente, el sistema de recarga de la vega.

Desde el punto de vista de las variables monitoreadas que dan cuenta de la disponibilidad de agua para la vegetación, se observa que los niveles se han mantenido sobre los umbrales establecidos en el RCA respectivo. Los caudales aplicados, en su conjunto, se han mantenido por debajo de los 5 l/s, y en la actualidad, no superan los 2,6 l/s dada la estacionalidad de la vegetación y las condiciones de evapotranspiración.

El sistema de recarga debe ser mejorado en el corto plazo, de forma tal de poder aumentar la eficiencia de la recarga en algunos puntos.

Se sugiere el desarrollo de un estudio de mediano plazo que permita entender el funcionamiento ecosistémico de la vega, y de esa forma poder emular adecuadamente los ciclos naturales, tanto del nivel freático, como de la vegetación asociada. Este estudio debe alimentar un modelo de simulación ecosistémico que permita incorporar la variable climática en el largo plazo.

6. Bibliografía

POCH Ambiental, 2011, Informe Monitoreo Estacional de Flora y Vegetación Terrestre Quebrada Sapunta, Región de Antofagasta. V0. Documento preparado para CODELCO, División Ministro Hales.

POCH Ambiental, 2016, Carta de Ocupación de Tierras (COT) Quebrada Sapunta, Otoño 2015 – Verano 2016. Región de Antofagasta. V0. Documento preparado para CODELCO, División Ministro Hales