



Plan de rediseño de faja arborizada

Mantenimiento de la faja y sustitución de especies

Proyecto Relleno Sanitario Santiago Poniente

Veolia SU Chile SA.

Santiago, Febrero de 2018

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
3. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR	5
3.1 Antecedentes de la empresa titular	5
3.2 Antecedentes del representante legal	5
4. ANTECEDENTES GENERALES	6
4.1 Ubicación del proyecto.....	6
4.2 Contexto de la faja arborizada o cortina cortaviento	7
4.3 Ubicación de la faja arborizada	9
5. METODOLOGÍA.....	10
5.1 Revisión de antecedentes de control y seguimiento de la faja arborizada	10
5.2 Evaluación del estado actual de la faja arborizada.....	10
5.3 Elaboración de la propuesta de diseño	12
6. ANTECEDENTES DE LA EVOLUCIÓN DE LA FAJA	13
6.1 Evaluación de los catastros forestales realizados.....	13
6.2 Especies vegetales plantadas en la presente temporada	14
6.2.1 Vautro o Romerillo.....	14
6.2.2 Fucsia.....	15
6.2.3 Melia	16
6.2.4 Belloto	17
6.2.5 Peumo y Patagua	17
6.2.6 Alcaparra	18
6.2.7 Especies restantes	18
6.3 Sustitución de especies plantadas en la faja	19
6.4 Evaluación para control de depredadores.....	21
7. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN.....	22

7.1.1	Propuesta de diseño de la faja arborizada.....	22
7.1.2	Determinación del porcentaje de sustitución de las especies a cambiar en la faja arborizada.....	22
7.1.3	Monitoreo de plantación de la especie arbórea Pimiento (<i>Schinus Molle</i>) en la faja arborizada.	24
7.1.4	Medidas que se implementarán para asegurar el establecimiento y desarrollo de la cortina vegetal.....	26
7.1.5	Modificación propuesta para la acción 12.3.2	28
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
8.1	Justificación de la modificación.....	29
8.2	Recomendaciones	30
9.	ANEXOS	31
9.1	Anexo 1. Resolución N°216/2002	32
9.2	Anexo 2. Rediseño de la faja arborizada	33
9.3	Anexo 3. Resolución 186/2003.....	34
9.4	Anexo 4. Informes bimensuales de seguimiento forestal	35
9.5	Anexo 5. Monografías de especies vegetales	36
9.6	Anexo 6. El ABC de una reforestación en zonas áridas.....	37
9.7	Anexo 7. Estudio de fauna.....	38
9.8	Anexo 8. Res. Ex. N°11/ROL N° F-016-2016	39
9.9	Anexo 9. Carta Ofician N°114/2017 CONAF.....	40
9.10	Anexo 10. Res. Ex. N°14/ROL N° F-016-2016.....	41

Verónica Baeza

Jaime Burón Miranda

1. INTRODUCCIÓN

El Relleno Sanitario Santiago Poniente, en adelante RSSP, fue calificado ambientalmente favorable mediante la RCA N°479/2001 emitida por la Comisión Regional del Medio Ambiente, Región Metropolitana. En la RCA del proyecto, mediante los considerandos 6.5.19 y 6.5.20, se establecieron medidas de mitigación asociadas a la dispersión de olores que consisten en la construcción de una cortina vegetal que permita “recoger” el viento y elevar el flujo de aire desplazándolo en altura.

Con el propósito de cumplir las exigencias de la RCA, el titular presentó un diseño de faja arborizada que consistía en una plantación en hileras de especies arbóreas y arbustivas conformando una estructura piramidal (tresbolillo) permitiendo el desplazamiento de las masas de aire en altura, favoreciendo la disipación de eventuales impactos por olores molestos. Este diseño fue aprobado por CONAF mediante la Res. N°816 con fecha 23 de Diciembre de 2003 y, desde su aprobación, se realizaron los trabajos de adecuación del terreno y plantación.

Posteriormente, en el año 2016, en el contexto del Programa de Cumplimiento (en adelante PdC) aprobado por la Res. Ex. N°5/Rol F- 016-2016 de la Superintendencia de Medio Ambiente (en adelante SMA), se inició un proceso de enriquecimiento de la faja arborizada e implementación del sistema de riego. A la fecha ya se han efectuado 3 procesos de replante en la faja arborizada y, pese a los esfuerzos realizados, no se han logrado los resultados esperado, razón por la cual el titular ha solicitado la realización de estudios experto, auditorías y asesorías forestales que permitan dilucidar las causas que limitarían el establecimiento de las especies de la faja arborizada.

Por recomendación de los expertos forestales y, en común acuerdo con la SMA¹, el titular presentó a la CONAF una propuesta de modificación de la faja arborizada, mediante la carta CSP 102 con fecha 12 de diciembre de 2017, para su evaluación. Dicho documento fue revisado por el servicio emitiéndose observaciones mediante la Carta Oficial N°114/2017, las que fueron acogidas por el titular e incorporadas en un documento respuesta emitido a CONAF y la SMA mediante las cartas CSP001 y CSP003, con fecha 3 y 10 de enero de 2017 respectivamente. En respuesta, la SMA aprobó el rediseño de la faja arborizada con correcciones de oficio mediante la Res. Ex. N°14/Rol-F016-2016, de fecha 14 de Febrero de 2018. El presente documento da respuesta a las observaciones realizadas por la autoridad en el Resuelvo VI de la mencionada resolución y consolida la propuesta de modificación de la faja arborizada.

¹ Ver Anexo N°8: Res. Ex. N°11/ROL N° F-016-2016 SMA, de fecha 28 de noviembre de 2017.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar a la SMA y CONAF la propuesta de diseño definitiva de la faja arborizada del Relleno Sanitario Santiago Poniente, elaborada sobre la base de los antecedentes técnicos forestales respecto de su desempeño a la fecha.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Entregar información respecto del desempeño que a la fecha ha tenido la faja arborizada.
- Exponer los antecedentes necesarios que justifican la modificación del diseño de la faja arborizada.
- Presentar la propuesta única de modificación para la aprobación de CONAF.

3. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR

3.1 Antecedentes de la empresa titular

- Razón Social : VEOLIA SU CHILE S.A.
- R.U. T : 87.803.800-2
- Domicilio : Av. Apoquindo 4775, Oficina 701, Las Condes. Santiago.
- Objeto social : Manejo integral de residuos sólidos y líquidos.
- N° de Teléfono : 02 - 2336 12 00
- N° de Fax : 02 - 2336 12 12
- Dirección de e-mail : gerencia.chile@veolia.com

3.2 Antecedentes del representante legal

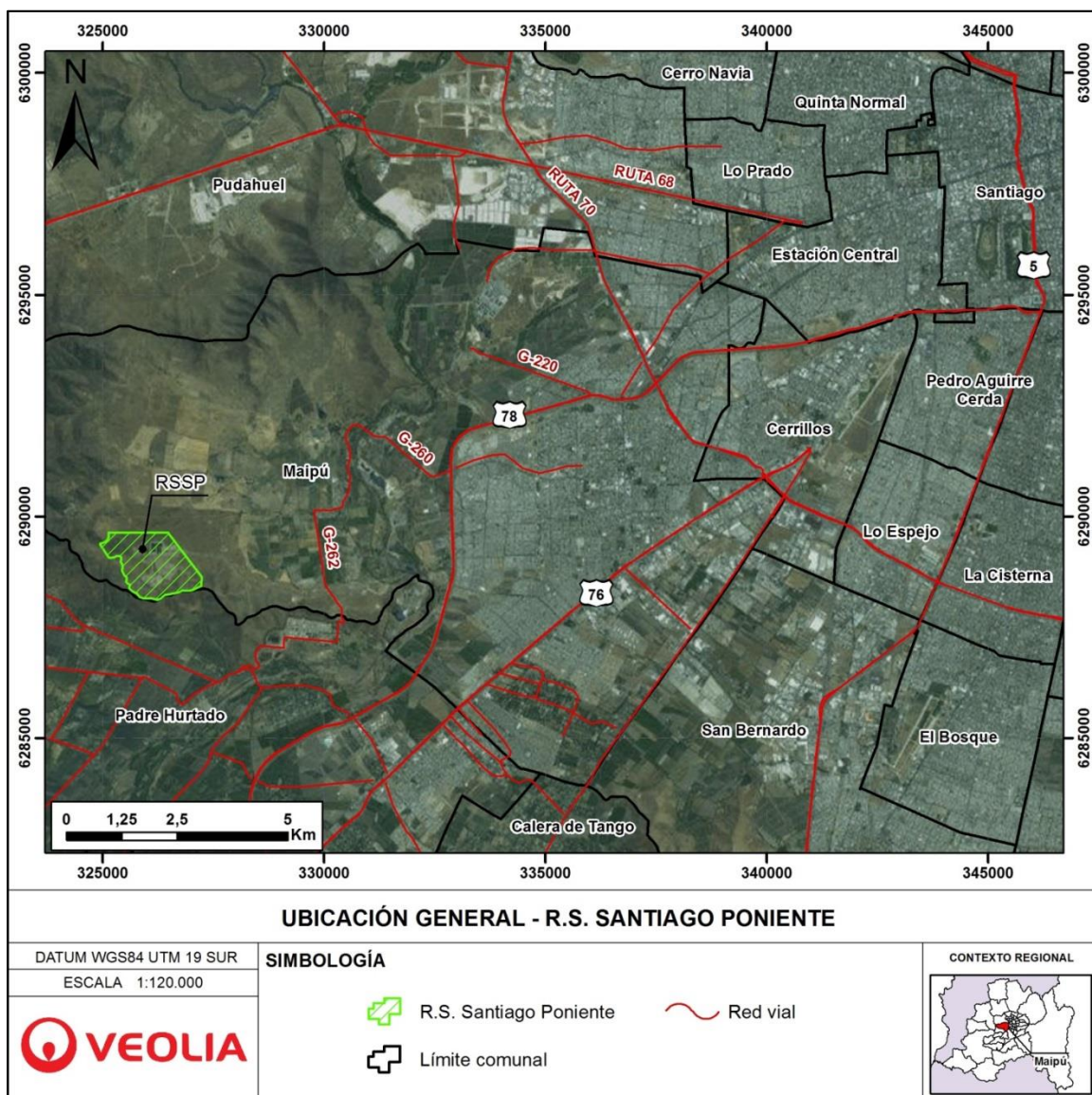
- Nombre : Elier González
- R.U. T : 21.823.669-3
- Domicilio : Av. Apoquindo 4775, Oficina 701, Las Condes. Santiago.
- N° de Teléfono : 02 - 2336 12 00
- N° de Fax : 02 - 2336 12 12
- Dirección de e-mail : gerencia.chile@veolia.com

4. ANTECEDENTES GENERALES

4.1 Ubicación del proyecto

El RSSP está ubicado en el área rural de la comuna de Maipú, específicamente al interior del fundo La Ovejería de Rinconada de Maipú, Provincia de Santiago, Región Metropolitana (Figura N°1).

Figura N° 1. Ubicación general del RSSP



Fuente: Elaboración propia

4.2 Contexto de la faja arborizada o cortina cortaviento

La cortina cortaviento se define como el establecimiento de una o más hileras de árboles y/o arbustos dentro de un predio para proteger, conservar los recursos naturales y/o aumentar la productividad predial (Sotomayor, 2011)². De acuerdo a lo establecido en los considerandos 6.5.19 y 6.5.20 de la RCA N°479/2001, en lo que toca a las medidas de mitigación del proyecto, el RSSP debe contar con cercos o cortinas vegetales de acuerdo a lo siguiente:

- *Considerando 6.5.19: Construir cercos vegetales que consideren el desarrollo de un modelo basado en el uso del viento de la zona y de cortinas de vegetación, las que dispuestas en distintos estratos, aprovechen el flujo laminar del viento, posibilitando el desplazamiento ascendente de éstos, logrando así la dispersión de los olores emanados.*
- *Considerando 6.5.20: Las cortinas deben estar definidas por tres estratos, bajo, intermedio y alto; esto permitirá "recoger" el viento y elevar con mayor fuerza el flujo, permitiendo desplazar la altura (H) de la estrata alta. Los estratos deben disponerse en hileras con las plantas espaciadas 1 m entre hilera y 2 m sobre la hilera, en forma alternada. Las cortinas serán de nueve hileras, 3-5 hileras de pisos bajos e intermedios y la diferencia, el estrato alto, este último estrato deberá ser de eucaliptus. Los estratos bajos deben ubicarse externamente y enfrentando los vientos dominantes. Para aumentar el crecimiento de las especies, asegurar la sobrevivencia y el correcto desarrollo de las cortinas se debe emplear un sistema de riego tecnificado (...).*

Respecto al diseño establecido en la RCA N°479/2001, la CONAF Provincial de Santiago, mediante la Res. N°216 del 30 de Agosto de 2002 (Anexo N°1), realizó una serie de observaciones en lo que respecta a las características del diseño propuesto. Entre las observaciones realizadas destacan las siguientes:

- Las características de diseño de la cortina vegetal establecidas por la RCA (N° de hileras, distanciamiento entre hileras, observaciones al riego tecnificado, entre otras) no serían las más adecuadas debido a que éstas variables son de carácter especie-específico (tolerancia a la competencia, disponibilidad determinada de nutrientes, etc.).

² Sotomayor, A. 2011. Antecedentes generales sobre cortinas cortavientos forestales. Instituto Forestal. Chillan, Chile. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/Noticias/CortinasCortavientosINFOR.pdf> Consulta: 24 oct. 2016.

- La RCA señala que las especies que se deben considerar son *Eucalyptus camaldulensis* o *Eucalyptus viminalis*, no obstante, advierte que la composición de éstas especies en la cortina sería incompatible por requerimientos en cuanto al tipo de suelo, humedad, luminosidad, temperatura, entre otros. Lo que dificultaría su establecimiento y desarrollo.
- Respecto a la calidad de los suelos existentes en la zona del proyecto señala que no reunirían las condiciones para el crecimiento adecuado de las especies propuestas en la RCA del proyecto.

En respuesta a éstas observaciones el titular solicitó al Departamento de Manejo de Recursos Forestales de la U. de Chile la realización de un estudio que permita precisar las especificaciones técnicas de la faja arborizada con el propósito de que se adecúen de mejor forma a los objetivos que persigue la RCA del proyecto. Los resultados obtenidos por el estudio de la Universidad de Chile (Anexo N°2) fueron los siguientes:

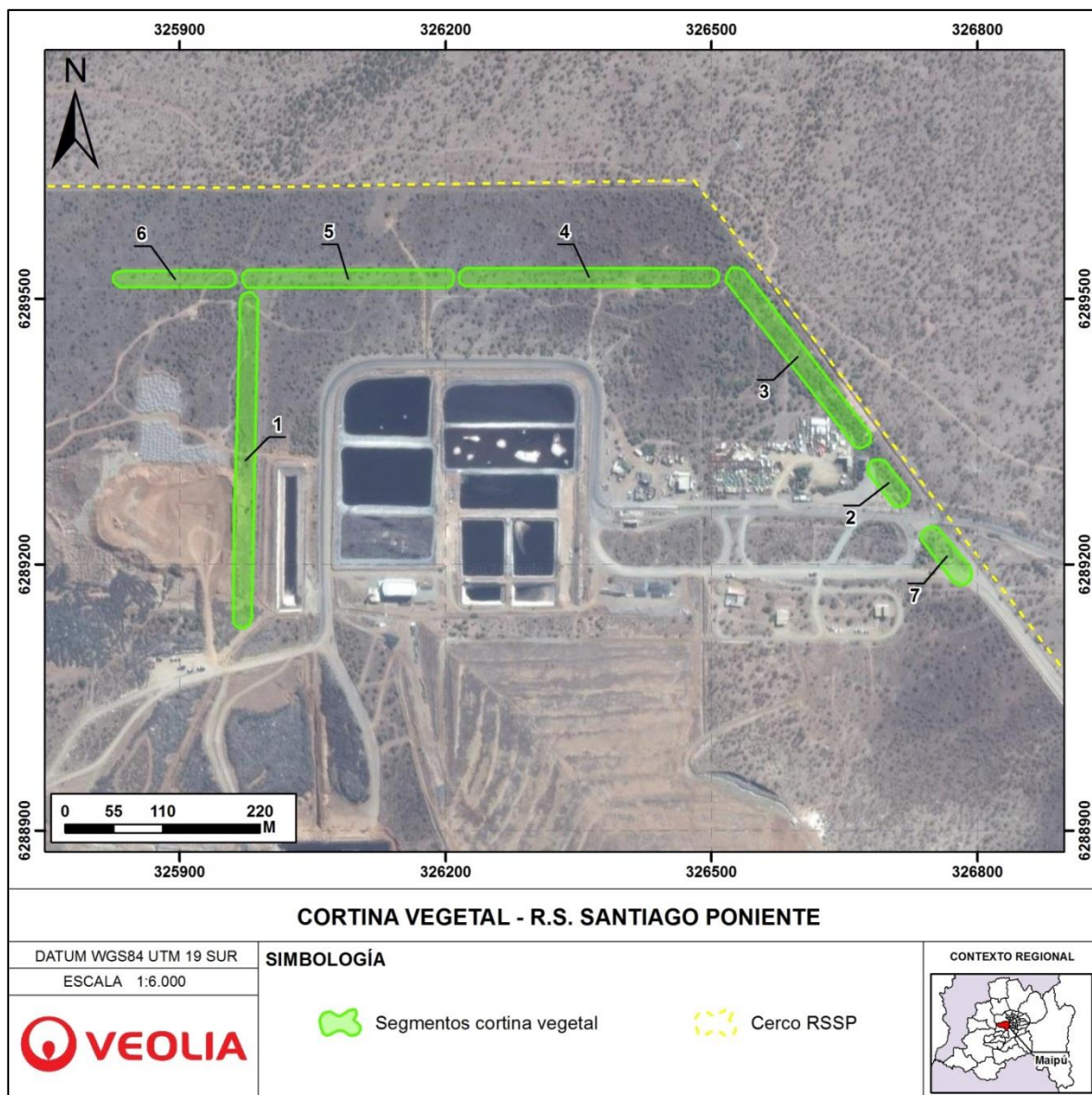
- Se considera un diseño de cortina vegetal de una extensión de 1.402 m compuesta por 7 segmentos multiestratificados en hileras y un diseño triangular (tresbolillo) compuesto de especies arbustivas en barlovento y especies arbóreas en sotavento.
- Se contempla un total de 8.147 individuos, cuyas especies fueron escogidas según grado de adaptación a las condiciones de sitio en una proporción 70% nativas y 30% exóticas.
- Sobre la base de un modelo de dinámica de vientos se determinó el lugar de emplazamiento de cada segmento, el distanciamiento entre especies y las especies a utilizar a objeto de que sus características estructurales constituyan una barrera efectiva para el paso del viento.

El diseño propuesto fue aprobado por CONAF Provincial de Santiago mediante la Res. N°186 del 23 de Diciembre de 2003 (Anexo N°3) y, sobre esta base, se iniciaron los trabajos de delimitación de sectores, adecuación del terreno y plantación de la faja arborizada, los que culminaron el año 2011 y luego se reactivaron el año 2016 en el contexto de las exigencias del PdC.

4.3 Ubicación de la faja arborizada

La faja arborizada y sistema de riego semitecnificado está ubicada al interior del RSSP, específicamente en el sector noreste del macizo, frente al sistema de almacenamiento y evaporación de lixiviados. Está compuesta de 7 segmentos que reúnen una superficie total de 2,98 ha y su distribución espacial se muestra en la Figura N°2.

Figura N° 2. Ubicación de la cortina vegetal



Fuente: Elaboración propia.

5. METODOLOGÍA

En el presente informe se presenta el método mediante el cual se evaluó el estado actual de la faja arborizada para determinar su actual desempeño y proponer modificaciones para dar estricto cumplimiento a la RCA N°479/2001 y a las exigencias establecidas mediante el PdC.

5.1 Revisión de antecedentes de control y seguimiento de la faja arborizada

Con el propósito de identificar las principales problemáticas asociadas al establecimiento de la faja arborizada se realizó una revisión exhaustiva de los informes experto de evaluación y seguimiento realizados desde Diciembre de 2016 a la fecha (Tabla N°1).

Tabla N° 1. Informes experto realizados para la evaluación de la faja arborizada

Fecha	Título	Autor
Diciembre 2016	Evaluación cortina cortaviento Relleno Sanitario Santiago Poniente	Universidad de Chile
Febrero 2017	Auditoría enriquecimiento faja arborizada	B&B Asesores Forestales
Abril 2017	Informe faja arborizada	
Junio 2017	Evaluación plantaciones faja arborizada	
Agosto 2017	Informe Catastro Faja Arborizada	

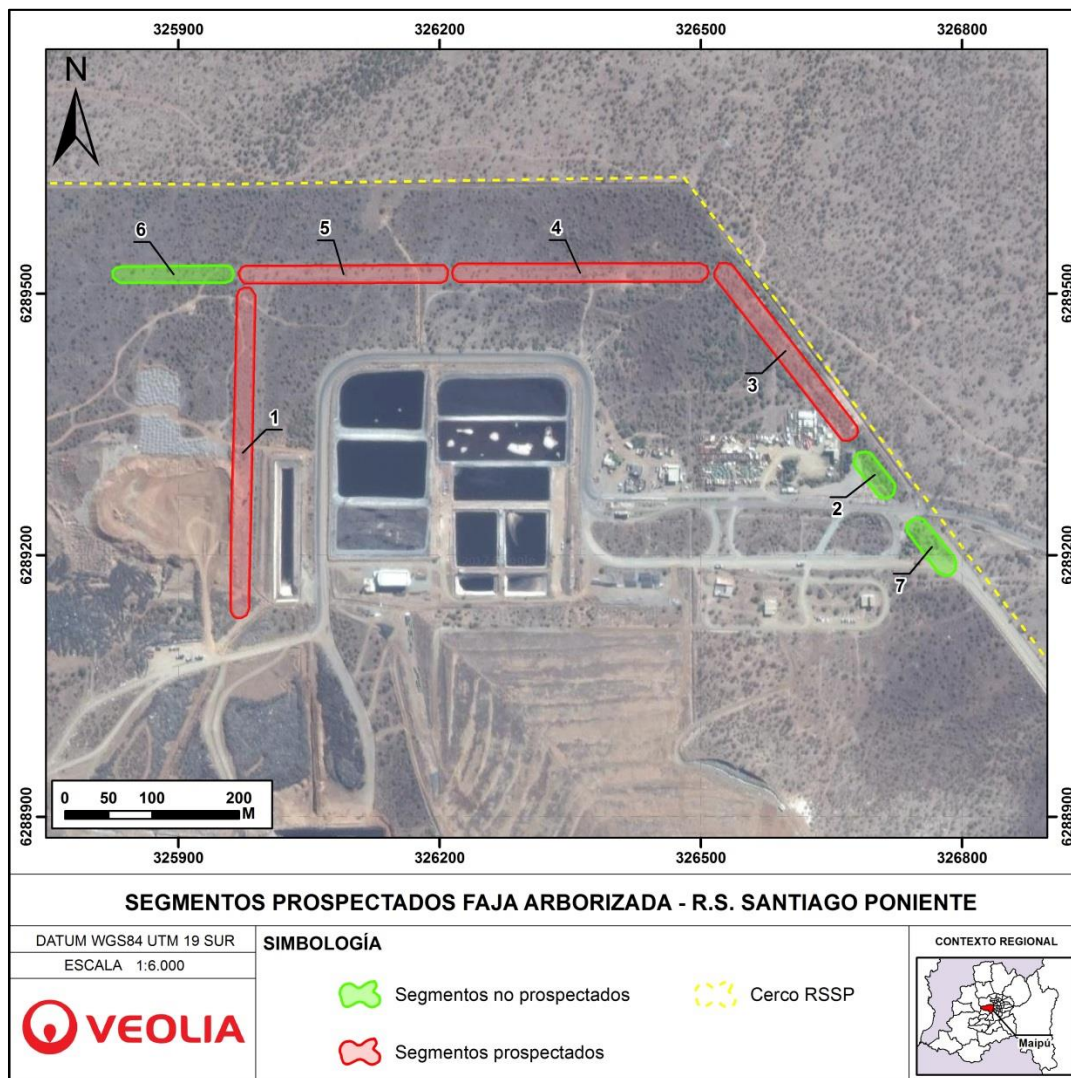
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Evaluación del estado actual de la faja arborizada

A partir de la revisión de antecedentes se identificaron las principales problemáticas existentes en lo que respecta al establecimiento de las especies en la faja arborizada. A partir del último catastro realizado (Julio 2017; presentado en Agosto de 2017), se determinó la situación actual de la faja arborizada en términos del total del tipo de especies que han persistido y del número especies plantadas y por plantar.

A modo complementario, se realizó una prospección en terreno el día 17 de Noviembre de 2017 que consideró el levantamiento de la condición existente en los segmentos 1, 3, 4 y 5 (Figura N°3).

Figura N° 3. Segmentos de la faja prospectados



Fuente: Elaboración propia

La prospección realizada fue de tipo lineal, transectos, la que se efectúa sobre la hilera de plantación. Esta medición permite evaluar sobrevivencia, observación del estado de la planta, eficiencia del sistema de riego, entre otros. Se evaluaron las especies Fucsia, Melia y Vautro; además, conociendo el precario estado de la especie Belloto, se realizaron algunos transectos para evaluar su desarrollo.

El transecto fue realizado considerando un número de individuos a evaluar dentro de la hilera, el que se replica por tramos, para cada especie a evaluar. Para la preselección de especies aptas para plantación en zonas áridas y semiáridas, se efectuó una revisión de monografías de especies arbóreas y arbustivas, además de la revisión de estudios efectuados en zonas áridas en Chile y Sudamérica. El detalle de lo antes dicho se encuentra desglosado en el apartado 6.1.

5.3 Elaboración de la propuesta de diseño

A partir de la información recopilada en gabinete y corroborada en terreno se elaboró una propuesta de modificación del diseño de la faja arborizada con el propósito de dar cumplimiento en forma y modo a las exigencias de la RCA N°479/2001 y del PdC.

El diseño propuesto para la faja arborizada consideró la situación actual de la faja arborizada en función de los catastros realizados, las principales limitantes registradas en los catastros forestales, el grado de adaptación a las condiciones de sitio de las especies plantadas, y el criterio experto forestal.

6. ANTECEDENTES DE LA EVOLUCIÓN DE LA FAJA

A continuación se presentan los resultados que ha experimentado el proceso de plante y replante e la faja arborizada, que a su vez argumentan la propuesta de modificación indicada en el apartado 7.

6.1 Evaluación de los catastros forestales realizados

A partir de los resultados obtenidos en los informes bimensuales realizados desde el mes de Diciembre de 2016 a la fecha (Anexo N°4) se puede determinar de manera efectiva la cantidad de individuos plantados por especie y su estado al momento de la evaluación.

La última evaluación realizada en Julio de 2017 indica que la faja arborizada cuenta con una plantación total de 6.524 individuos, con 3.282 ejemplares arbóreos (3.253 plantados y 29 por plantar) y 3.242 de arbustos (3.185 plantados y 57 por plantar, a esa fecha). Actualmente, los individuos por plantar ya han sido implementados en la faja y aún se mantiene una diferencia de 1.623 ejemplares por plantar, no obstante, en el área de plantación existe una regeneración natural de 858 individuos de Espino que limita el espacio disponible para plantar las especies restantes.

En lo que respecta a las principales limitantes evidenciadas a continuación se realiza un punteo de las más significativas, para mayor información remitirse al Anexo N°4.

- **El diseño de la faja debe adecuarse a las condiciones del sitio:** En óptimas condiciones la densidad de especies vegetales en el sitio llega a 1.000 pl/ha, el diseño de la faja exige 2.327 pl/ha.
- **Condición de hacinamiento:** La características del suelo, así como el desarrollo de vegetación nativa (858 ind de Espino) en el sitio no permiten que prospere la densidad de plantación propuesta (2.734 pl/ha).
- **Distanciamientos:** El distanciamiento de 1m sobre hilera no permite la plantación de algunas especies como es el caso del Laurel de Flor o Alcaparra. El espaciamiento óptimo para estas especies mermaría en la densidad de plantación de diseño.

- **Baja calidad de suelo:** Las condiciones edáficas no son las más adecuadas para el establecimiento de las densidades de plantación de diseño.
- **Incompatibilidad:** Algunas de las especies no son compatibles con la condición de sitio (Peumo, Patagua, Belloto y Fucsia) y generan competencia intra e interespecífica, se propone realizar un recambio de especies por otras mejor adaptadas a zonas áridas (Quillay, Espino y Pimiento³).

6.2 Especies vegetales plantadas en la presente temporada

Entre las especies plantadas recientemente en la faja se encuentran el Vautro o Romerillo (*Baccharis sp.*), Melia (*Melia azederach*) y Chilco (*Fuchsia magellanica*). Estas especies fueron prospectadas post plantación, por tal motivo, aún no han sido evaluadas en términos de sobrevivencia tras un período de establecimiento, ni en los estudios anteriores.

Para estas especies se efectuó la prospección lineal (transectos), a objeto de determinar en valores relativos, su sobrevivencia a la fecha. La siguiente tabla muestra los valores de sobrevivencia para estas especies, incluyendo el Belloto, por ser la especie que presenta mayores problemas de adaptación entre las arbóreas nativas.

Tabla N° 2. Porcentaje de sobrevivencia de las especies Melia, Belloto, Vautro y Fucsia, a Noviembre de 2017

Especie	Melia		Belloto		Vautro/Rom		Fucsia	
	V	M	V	M	V	M	V	M
N° de transectos	8		4		13		10	
% relativo	36,2	63,8	39,5	60,5	90,8	9,2	9,2	90,8

V: Vivo; M: Muerto

6.2.1 Vautro o Romerillo

De las especies evaluadas, sólo el Vautro o Romerillo presenta un valor de sobrevivencia conveniente a las necesidades de la faja. Los ejemplares se mantienen vivos y en crecimiento, pero su condición o estado de vigor no siempre es el más alto o adecuado.

³ Cabe destacar que el desempeño de ésta especie será monitoreado a objeto de descartar la ocurrencia de un eventual efecto alelopático.

Razón por la cual esta especie deberá ser evaluada tras la temporada estival para determinar el replante con la misma especie o con una especie sustituta.

Fotografía N° 1. Ejemplares de Vautro vivo y muerto. En la imagen se puede observar el estado de la planta viva presentado problemas de marchitamiento.



Fuente: Fotografía capturada por Verónica Baeza

6.2.2 Fucsia

Respecto de la especie Fucsia, todo lo descrito y proyectado en el informe de Julio de 2017 (segundo catastro efectuado a la faja), ha sucedido. Los ejemplares no resistieron las condiciones de heladas y nevada ocurridas durante el invierno, produciéndose una alta mortalidad, llegando a una sobrevivencia a la fecha, inferior al 10%. En este caso se recomienda la sustitución de la especie.

Fotografía N° 2. Ejemplares de Fucsia tras las heladas y nevazón de invierno



Fuente: Fotografía capturada por Verónica Baeza

Fucsia es una de las especies que presenta los mayores problemas de adaptación a las condiciones de sitio, por tratarse de una especie que vive en ambientes húmedos y sombríos, situación totalmente opuesta a las condiciones donde se desarrolla la faja arborizada.

6.2.3 Melia

La especie arbórea Melia, se plantó durante esta temporada, razón por la cual su valor de sobrevivencia durante el catastro fue alto, sin embargo, a cuatro meses de esa evaluación la situación para esta especie ha mostrado una notoria reducción de su sobrevivencia, llegando por debajo del 40%. La observación de terreno apunta a problemas de escasez hídrica la cual no ha podido ser compensada en su totalidad mediante los esfuerzos de riego que se han realizado, por cuanto se observó brotación y desarrollo foliar, pero posteriormente, marchitamiento y muerte del ejemplar.

También se pudo observar rebrote en algunos ejemplares a nivel de tronco (tercio inferior), lo que podría ser indicativo de una eventual recuperación de los individuos con una dotación de agua adecuada a su requerimiento. Cabe recordar que estos ejemplares se plantaron con más de un metro de altura (1 a 2 m de altura de la planta) y a raíz desnuda (forma habitual del tipo de planta de vivero de características ornamentales, destinadas a la urbanización y similares).

Fotografía N° 3. Ejemplares de Melia desprovistos de follaje, sin brotes ni hojas secas a la vista



Fuente: Fotografía capturada por Verónica Baeza

Se recomienda evaluación previa (al término periodo estival) para determinar si hubo recuperación de las plantas o es necesario sustituir parcialmente, la especie.

6.2.4 Belloto

La especie Belloto, árbol nativo que ha presentado mayores problemas de establecimiento en la faja, a pesar del replante efectuado en esta temporada, presentó una baja importante en su sobrevivencia, pasando del 52% en julio a 39,5% de sobrevivencia, en noviembre. Para esta especie se recomienda su sustitución.

Fotografía N° 4. Ejemplares de Belloto vivo y seco. El follaje presenta ataque de hongos (manchas en haz de la hoja) y marchitamiento.



Fuente: Fotografía capturada por Verónica Baeza

6.2.5 Peumo y Patagua

Las especies Peumo y Patagua, también advierten una baja en los valores de sobrevivencia. Se encontraron ejemplares con bastante desarrollo muertos o en pleno proceso de marchitamiento. Del mismo modo, se pudo apreciar la falta de recuperación de ejemplares de bastante desarrollo de la especie Alcaparra, que se “quemaron” con la nevada y heladas invernales. Si bien es una especie que suele recuperarse tras las heladas, se observaron en diversos sectores de la faja ejemplares muertos, por tramos.

Fotografía N° 5. La primera y segunda hilera de la imagen corresponde a plantas de Alcaparra que no se recuperaron. Hacia el fondo se observan ejemplares de la especie en pleno desarrollo.



Fuente: Fotografía capturada por Verónica Baeza

6.2.6 Alcaparra

La Alcaparra presenta valores por sobre el 60% de sobrevivencia, siendo la susceptibilidad a las heladas su mayor problema. Se recomienda evaluar previo a replante del próximo año, si se sigue replantando con la especie o se alterna con especie sustituta, los sectores que presenten mayor mortalidad de plantas de Alcaparra.

6.2.7 Especies restantes

Respecto de las otras especies plantadas en la faja, como Espino, Quillay, Casuarina, Eucalipto rojo y Laurel de flor, los replantes pueden continuar efectuándose con esas especies, por cuanto han logrado establecerse, presentando buen desarrollo y crecimiento, tal es el caso de la especie Laurel de flor, que presenta un valor de sobrevivencia por sobre el 95% (98,8% a julio de 2017).

Para Casuarina y Eucalipto rojo, el principal problema de establecerse y desarrollarse adecuadamente lo representa el ataque de lagomorfos. Ambas especies son fuertemente afectadas por el corte basal de sus tallos, en forma reiterativa, no permitiendo el desarrollo de la planta. En el caso de la especie Quillay y Espino, el daño ocasionado por lagomorfos es menor, pero sigue siendo un factor limitante para el desarrollo de las plantas en la faja pese a los esfuerzos de protección post plantación que se han realizado.

Fotografía N° 6. Hileras de plantación de Laurel de flor. Especie que presenta el mayor valor de sobrevivencia de las especies plantadas en la faja arborizada.



Fuente: Fotografía capturada por Verónica Baeza

6.3 Sustitución de especies plantadas en la faja

Los estudios realizados en la faja (catastros y muestreos), más la medición de aquellas especies que no habían sido evaluadas anteriormente, por haber sido plantadas recientemente (temporada 2017), determina un punto de quiebre para algunas de las especies que deberán ser sustituidas por otra especie (de las ya establecidas o a introducir) y de las que se podrán mantener y replantar con la misma especie, de ser necesario. En la Tabla N°3, se indican las especies utilizadas en la plantación de la faja y el estado post evaluaciones de sobrevivencia, que indican la pertinencia de sustituir o mantener la especie en la plantación.

Tabla N° 3. Situación por especie plantada en la faja: Mantenimiento o sustitución de especie en el replante 2018.

Situación por especie plantada en la Faja				
Especie	Origen	Tipo	Situación por especie	Observaciones
<i>Acacia caven</i>	Nativa	Arbórea	Mantener	Mantener
<i>Beilschmiedia miersii</i>	Nativa	Arbórea	Sustituir	Sustituir en el replante.
<i>Quillaja saponaria</i>	Nativa	Arbórea	Mantener	Reforzar protección a la planta
<i>Melia azedarach</i>	Exótica	Arbórea	Mantener (*)	Sustituir en el replante si especie no repunta
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Exótica	Arbórea	Mantener	Mantener reforzando protección a la planta y/o control efectivo de lagomorfos.
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Exótica	Arbórea	Mantener (*)	Mantener reforzando protección a la planta y/o control efectivo de lagomorfos.

Situación por especie plantada en la Faja				
Especie	Origen	Tipo	Situación por especie	Observaciones
<i>Crinodendron patagua</i>	Nativa	Arbórea	Sustituir	Sustituir en el replante
<i>Cryptocarya alba</i>	Nativa	Arbórea	Sustituir	Sustituir en el replante
<i>Senna candolleana</i>	Nativa	Arbustiva	Sustituir (*)	Sustituir parcialmente si evaluación de sobrevivencia baja.
<i>Fuchsia sp</i>	Nativa	Arbustiva	Sustituir	Sustituir
<i>Nerium oleander</i>	Exótica	Arbustiva	Mantener	Mantener
<i>Baccharis sp</i>	Nativa	Arbustiva	Mantener	Mantener especie si evaluación de sobrevivencia se mantiene.

Fuente: Elaboración propia

Las especies Belloto, Patagua, Peumo y Fucsia, se recomienda sustituirlas por otras especies mejor adaptadas a las condiciones de sitio. Primero deberá evaluarse la situación de la especie (inventario previo a replante), para determinar el replante de la faja, dejando en pie sólo aquellos ejemplares de buen desarrollo y crecimiento, cuyo estado de vigor permita presumir un buen establecimiento del ejemplar. La sustitución no se propone descartando la totalidad de los ejemplares que se encuentren vivos y en buen estado, sino extrayendo los ejemplares muertos y los que se encuentren en mal estado o baja condición de vigor de la planta.

En el caso de la especie Alcaparra, se recomienda evaluar la sustitución de la especie si la sobrevivencia al final del período estival decae por debajo del 60% de sobrevivencia. Esto porque la especie presenta buen establecimiento siempre que los individuos al ser afectados por las heladas se encuentren en un estado de desarrollo tal, que les permita soportar el daño ocasionado. La experiencia de terreno indica que ejemplares muy juveniles, con poco desarrollo radicular, mueren al ser afectados por heladas invernales.

Las especies con buena sobrevivencia, deberán considerar el replante de ser necesario, con la misma especie (Espino, Quillay, Casuarina, Eucalipto rojo).

Las tablas siguientes muestran los antecedentes de sobrevivencia reportados en el informe de Julio de 2017 (fecha de inventario de catastro presentado en agosto), en contraste a los obtenidos en este mes (noviembre de 2017), para las especies arbóreas y arbustivas.

Tabla N° 4. Valores de sobrevivencia para las especies arbóreas plantadas en la faja. El área sombreada corresponde a las especies a sustituir.

Especie	Espino		Quillay		Patagua		Belloto		Peumo		Casuarina		Eucalipto		Melia	
	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M
% relativo julio 2017	89,2	10,8	94,2	5,8	70,8	29,2	51,6	48,4	65,7	34,3	93,2	6,8	96,6	3,4	99,8	0,2
% relativo Nov. 2017							39,5	60,5							36,2	63,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. Valores de sobrevivencia relativa para las especies arbustivas plantadas en la faja. Área sombreada corresponde a las especies a sustituir parcial o totalmente.

Especie	Alcaparra		Laurel		Vautro/Rom		Fucsia	
	V	M	V	M	V	M	V	M
% relativo Julio 2017	62,9	37,1	98,8	1,2	91,1	8,9	86,6	13,4
% relativo Nov. 2017					90,8	9,2	9,2	90,8

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Evaluación para control de depredadores

Otro de los factores limitantes asociados al desarrollo de la faja arborizada tiene que ver con el alto grado de depredación de los individuos plantados. Con el propósito elaborar un plan de acción que permita controlar ésta variable, el titular solicitó la realización de un estudio de fauna orientado a caracterizar las especies que estaban perjudicando el desarrollo de la faja arborizada y, sobre ésta base, proponer un plan de acción para atenuar sus efectos.

Los resultados obtenidos a partir de éste estudio registraron una considerable presencia de mamíferos nativos e introducidos como es el caso del Degu (*Octodon degu*), especie nativa sin estado de conservación según la legislación nacional vigente, y conejo (*Oryctolagus cuniculus*), especie introducida catalogada como dañina según la Ley de Caza y su reglamento (D.S. N°05/1998 MINAGRI).

En función de los resultados obtenidos se reforzaron los esfuerzos de protección de las barreras implementadas en la faja arborizada para evitar la depredación de los individuos plantados. Asimismo, se situó el riego de forma aérea para evitar que la matriz sea roída por las especies presentes. Los antecedentes asociados al estudio mencionado se presentan detalladamente en el Anexo N°7.

7. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

En vista de los antecedentes anteriormente expuestos, tomando en consideración el criterio de los asesores forestales y las observaciones realizadas por CONAF mediante la Carta Oficial N°114/2017, a continuación se presenta la propuesta de modificación de la faja arborizada.

7.1.1 Propuesta de diseño de la faja arborizada

Teniendo en consideración los resultados obtenidos a partir de los catastros forestales realizados en lo que respecta a la tasas de sobrevivencia y mortalidad de especies y a las principales limitantes del área de emplazamiento de la faja arborizada, no se recomienda incrementar los esfuerzos de plantación en el área de emplazamiento actual sino realizar un recambio por especies mejor adaptadas a las condiciones de sitio.

El incremento en la densidad de población agravaría la condición de hacinamiento lo que podría incrementar las tasas de mortalidad registradas a la fecha, mientras que el recambio de especies por otras mejor adaptadas permitiría incrementar los porcentajes de germinación de la faja. En este contexto, ésta propuesta considera:

- Mantener las condiciones actuales de la faja arborizada, esto es mantener los 6.524 ejemplares plantados más las 858 regeneraciones de espino.
- Realizar un recambio de especies por otras mejor adaptadas. Para ello se proponen las especies: Pimiento, Tralhuén, Parkinsonia, Mioporo, Colliguay y Huingán.

7.1.2 Determinación del porcentaje de sustitución de las especies a cambiar en la faja arborizada

En respuesta a lo señalado en el literal b) de la Res. Ex. N°14/Rol F-016-2016 SMA, respecto de la sustitución de especies el titular aclara lo siguiente:

- La determinación de los valores de sustitución de especies en la faja, estará calculada sobre el Catastro efectuado en Julio de 2017 e inventario dirigido a las especies con mayores bajas en sobrevivencia, efectuado en Noviembre de 2017.

- Se recalca el hecho de que el inventario para determinar el replante 2018, se efectuará recién en marzo del presente año, a fines de verano o inicios de otoño. Esto fue indicado reiteradas veces en el informe presentado a la SMA, por cuanto en esa fecha se pueden cuantificar las bajas de sobrevivencia del período estival.
- Para obtener un valor que acerque a la situación de merma, se estimará un porcentaje del 20% para las especies que se van a sustituir y que son las que han presentado mayores problemas de establecimiento en la faja.

Con la información de mortalidad del Catastro e inventario 2017, se calculan las cantidades de ejemplares por especie a requerir. Los Cuadros Resumen para las especies arbóreas y arbustivas, son los siguientes:

Tabla N° 6. Resumen sobrevivencia para especies arbóreas plantadas en la faja arborizada a Julio- Noviembre de 2017.

Especie	Espino		Quillay		Patagua		Belloto		Peumo		Casuarina		Eucalipto		Melia	
	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M
Condición																
Cantidad	363	44	645	40	131	54	259	243	44	23	316	23	576	20	377	1
T. plantado	407		685		185		502		67		339		596		378	
% relativo Julio 2017	89,2	10,8	94,2	5,8	70,8	29,2	51,6	48,4	65,7	34,3	93,2	6,8	96,6	3,4	99,8	0,2
% relativo Nov. 2017							39,5	60,5							36,2	63,8

Las especies *Patagua*, *Belloto*, *Peumo* y *Melia*, son las especies propuestas para ser sustituidas por las especies *Pimiento*, *Mioporo*, *Parquinsonia* y *Tralhuén*, dado sus bajos porcentajes de sobrevivencia. Las ejemplares muertos de las otras especies, serán restituidas (replante 2018) por ejemplares de las mismas especies de origen.

Tabla N° 7. Resumen sobrevivencia para especies arbustivas plantadas en la faja arborizada a Julio-Noviembre de 2017.

Especie	Alcaparra		Laurel		Vautro/Rom		Fucsia	
	V	M	V	M	V	M	V	M
Cantidad	754	444	687	8	430	42	710	110
T. plantado	1.198		695		472		820	
% relativo Julio 2017	62,9	37,1	98,8	1,2	91,1	8,9	86,6	13,4
% relativo Nov. 2017					90,8	9,2	9,2	90,8

Las especies *Alcaparra* y *Fucsia*, serán sustituidas parcial y totalmente por las especies Laurel de flor y *Huingán*, respectivamente. Para la especie *Vautro*, la sustitución se realizará con la especie Colliguay (esto debido a que la especie fue replantada antes de efectuar las mediciones).

El total de plantas de la faja se complementa con 94 ejemplares de otras especies plantadas originalmente y con 86 casillas no plantadas al momento del catastro, pero que fueron plantadas posteriormente (antecedente Catastro julio 2017).

Tabla N° 8. Determinación de % sustitución de especies.

Determinación de porcentaje de sustitución de especies				
Especie plantada	Especie sustituta	Indiv.muertos (1)	Mort. estimada 20% (2)	% de sustitución
Patagua	Pimiento	54	65	35
Belloto	Parquinsonia	304	404	80
Peumo	Tralhuén	23	36	54
Melia	Mioporo	241	317	84
Alcaparra	Laurel de flor	444	684	57
Vautro	Colliguay	43	137	29
Fucsia	Huingán	744	164 (3)	100

(1): Cantidad de individuos muertos calculados en Catastro de julio y prospección efectuada en noviembre de 2017.

(2): Mortalidad estimada de 20% durante período estival 2018. (3): Se estima efectuar la sustitución total para esta especie.

La faja cuenta con riego tecnificado por goteo para la totalidad de plantas plantadas, incluso se ha agregado riego a los ejemplares de renuevo que aparecen en la hilera de plantación. La matriz de riego para los 7 segmentos se terminó de instalar en la temporada de plantaciones 2017. Respecto de la mantención, mensualmente se están revisando diferentes sectores de la plantación, cambiando los goteros obstruidos, reparando cualquier filtración o falla en el sistema de riego.

7.1.3 Monitoreo de plantación de la especie arbórea Pimiento (*Schinus Molle*) en la faja arborizada.

En respuesta a lo señalado en el literal a) de la Res. Ex. N°14/Rol F-016-2016 SMA, respecto del monitoreo de la plantación de Pimiento, el titular aclara lo siguiente:

Entre las especies propuestas para la sustitución de especies se incluyó el *Pimiento*, especie que ha sido plantada en diversos sectores del predio La Ovejería. Una de las principales plantaciones la constituye la faja o cortina que se desarrolla por el deslinde sur del predio, contigua a los ductos Poliductos de Sonacol y gasoducto Electrogas. Esta

especie también fue integrada en las plantaciones de los rodales 1 y 4, e incluso en la faja arborizada en la plantación inicial.

La proposición de inclusión de esta especie en la faja se basa en los resultados observados en la cortina (plantación sin riego) de los poliductos, en la rusticidad que presenta la especie y a su condición de poco exigente a las condiciones de suelo y clima, que se observan en la zona. Es una especie que se recupera mediante abundante brotación tras los incendios forestales y tiene además, rápido crecimiento. Sin embargo, existe inquietud por los posibles efectos alelopáticos que tendría el *Pimiento* sobre las otras especies de la faja. Al respecto se ha consultado sobre estudios o experiencias con esta especie en Chile, pero no existen documentos que avalen esta condición con especies arbóreas y/o arbustivas, nativas o exóticas.

De manera anecdótica se puede mencionar que se encontraron ejemplares de especies nativas, creciendo al amparo de *Pimientos* (como árboles nodriza) de *Bollén*, *Mitique* y *Romerillo*, en la cortina de los poliductos. También es notoria la abundante estrata herbácea que acompaña a estos ejemplares.

Figura N° 4. Diversas especies nativas creciendo bajo dosel de ejemplares de Pimiento



Fotografías captadas el 11 de enero de 2018, en la faja de Pimientos del poliducto. V.Baeza.

Se ha consultado bibliografía y los estudios apuntan preferentemente a los efectos sobre especies herbáceas, especialmente del tipo forrajero. Cabe señalar que el principal efecto alelopático de *Pimiento* se registra como inhibitorio de la germinación de algunas semillas de especies herbáceas, o como retardante del crecimiento de plántulas recién emergidas,

situación distinta al de plantas de un año o más de crecimiento y desarrollo, que se plantan en la faja.

Teniendo a la vista estos antecedentes y considerando la escasa investigación al respecto, se propone monitorear la plantación de *Pimiento* y su eventual efecto sobre las especies que lo acompañan en el segmento correspondiente de la faja arborizada.

Para detectar algún cambio o efecto sobre las otras especies, se considera un período de al menos 5 años (mínimo) de observación. Conforme a lo indicado, se efectuaría un monitoreo anual de las plantas de *Pimiento*, en temporada de otoño. Las observaciones se harán a las condiciones de la planta (crecimiento, condición, estado, etc), y de su entorno inmediato. Los resultados se entregarán en cuadros, informe e imágenes fotográficas.

Cuadro N° 4: Determinación de % sustitución de especies.

Tipo de medida	Fundamento	Dimensión	Especie con problema
Monitoreo	Se considera un período de monitoreo de 5 años mínimo. El objetivo es determinar si existe efecto alelopático del Pimiento, sobre las otras especies de la faja.	Monitoreo una vez al año, durante los 5 años, a partir de la plantación de los ejemplares en la faja. El monitoreo se efectuará en temporada de otoño (entre marzo - abril).	Schinus molle (<i>Pimiento</i>)

7.1.4 Medidas que se implementarán para asegurar el establecimiento y desarrollo de la cortina vegetal.

Conjuntamente y, tomando en consideración las propuestas realizadas por CONAF mediante la Carta Oficial N°114/2017, se aclara:

- El recambio de especies con Pimiento (*Schinus molle*) será monitoreado mediante el desarrollo de las auditorías forestales con el propósito de descartar la ocurrencia de un eventual efecto alelopático negativo sobre el resto de las especies que componen la faja vegetal.

- Para las especies Tralhuén, Colliguay y Espino, propuestas para el recambio se realizará un proceso de replante con especies de vivero. Conjuntamente, durante el periodo estival se realizará una campaña de recolección de semillas en la microcuenca que alberga al relleno sanitario que tendrá los siguientes objetivos:
 - Recopilar un número de semillas que permita su utilización en el replante de la faja arborizada.
 - Enviar las semillas a vivero para analizar su viabilidad y/o capacidad germinativa.
 - En caso de ser viables se germinarán plantas en vivero y serán utilizadas en el posterior replante para asegurar que cuenten con un tamaño adecuado para su sobrevivencia.
- En caso de que no se logre recolectar el número de semillas necesarias o que éstas sean inviables se utilizarán especies de vivero.
- Previo a la plantación se mantendrán las mismas técnicas actualmente aplicadas, entre las cuales se considera:
 - Preparación del terreno considerando un mullido de suelo, implementación de área de cultivo (hoyadura) con acondicionamiento de alguna obra de retención de humedad alrededor de la planta (taza o similar).
 - Aplicación de enmienda a cada planta que incluya materia orgánica, nutrientes, entre otros, además de un gel que favorezca la adaptación del sistema radical.
 - Aplicación de mulch o similar, una vez realizada la plantación alrededor de la planta, agregando una capa de ocho a diez centímetros de viruta de maderas, hojas o corteza de pino u otro que permita conservar la humedad y a regular la temperatura del suelo, además de inhibir el crecimiento de malezas, teniendo precaución de que la capa protectora no cubra el cuello de la raíz.

- Las especies a plantar serán las propuestas teniendo en consideración su grado de adaptación a las condiciones edafoclimáticas del sitio.
- Se mantendrá el control de malezas que actualmente se realiza a objeto de evitar la competencia.
- Se realizará una aplicación de fertilizante post plantación.
- Se continuarán implementando los sistemas de control de depredadores a las especies plantadas.
- La plantación se efectuará en la temporada otoño invierno (mayo a septiembre), con el propósito de asegurar que exista un mayor nivel de humedad en el sitio.
- Se continuarán realizando los esfuerzos de riego durante el establecimiento y se irá retirando en forma paulatina con el propósito de asegurar que los individuos se adapten a las condiciones de sitio.

7.1.5 Modificación propuesta para la acción 12.3.2

En cuanto a lo señalado en el Resuelvo III de la Res. Ex. N°14/Rol F-016-2016 SMA, el titular aclara que la acción 12.3.2 acción no será modificada a raíz de la presente modificación de la acción 12.3.1, teniendo en consideración que la presente propuesta mantiene la superficie de ocupación de la faja arborizada y que la matriz de riego asociada a la acción en comento (12.3.2) ya se cumplió en un 100%, tal como se informó mediante el Segundo Informe Bimestral del PdC (Diciembre de 2016).

En este sentido, el titular aclara que la matriz de riego ya se encuentra implementada y será capaz de irrigar la totalidad de la faja arborizada, inclusive las modificaciones asociadas a la presente propuesta.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Justificación de la modificación

Los diversos estudios efectuados para la faja arborizada han permitido tener una clara visión de la problemática que enfrenta Veolia SU Chile SA, al intentar mantener plantaciones en condiciones de sitio de alta rigurosidad, para las plantas seleccionadas en el diseño aprobado. De ocho especies arbóreas estipuladas en el diseño de la faja, al menos cuatro presentan problemas de establecimiento y adaptación. Lo mismo ocurre con las especies arbustivas, teniendo dos especies de cuatro, con problemas.

Este punto es de vital importancia en el éxito en el establecimiento de las plantas, puesto que si no son adecuadas a las condiciones ambientales, la plantación no prosperará, manteniendo bajos valores de sobrevivencia. También es de importancia la calidad de la planta. Plantas poco vigorosas, con presencia de signos y/o síntomas de enfermedad, mala relación parte aérea parte radicular, etc. no aseguran la sobrevivencia de la planta.

En este caso, las características del suelo en cuanto a su grado de compactación y disponibilidad de nutrientes han dificultado el crecimiento del sistema radical de las especies plantadas, situación que se agravaría en condiciones de sobrepoblación. Situación que queda constatada en los últimos informes de evaluación de la cortina vegetal en donde se ha recomendado realizar mejoramientos de suelo anuales mediante fertilización.

En cuanto a la cantidad de especies, en la faja se contabilizó un número importante de ejemplares de Espino en diversas etapas de desarrollo, encontrando ejemplares en etapa juvenil (incluida la retoñación) y de madurez, preferentemente. Respecto de la presencia de estos ejemplares en la cabida de la faja arborizada, no se les ha considerado como un aporte de vegetación a la faja, por cuanto se mantuvieron en pie al momento de efectuar la preparación del terreno y plantación de la misma. Es relevante mencionar que la SMA no se ha pronunciado respecto de la inclusión de los 858 ejemplares de espino como parte de la estructura de la faja y a la fecha éstos ejemplares han sido mantenidos por el titular al efectuar riego, podas de levante y la extracción de ejemplares muertos en la faja.

8.2 Recomendaciones

Es importante considerar el momento apropiado para efectuar la plantación. En las especies forestales se recomienda efectuar la plantación en la temporada otoño invierno (mayo a septiembre), como una forma de asegurar la humedad del suelo, que permita un buen arraigamiento del sistema radicular, y de la humedad ambiental, que no permitan el desecamiento de la parte aérea de la planta. Extender más allá el período de plantación pone en riesgo los resultados que se espera obtener de la plantación.

En esta zona es vital contar agua para el regadío de las plantaciones. No se recomienda efectuar plantaciones sin contar con suministro de agua para las plantas. En este factor radica gran parte de la pérdida de plantas en las plantaciones efectuadas. Asimismo, se recomienda plantar especies que estén mejor adaptadas a las condiciones de sitio del área de emplazamiento de la faja.

Se deben considerar todos los factores que permiten un buen establecimiento de las plantas, como la preparación del suelo, el control de malezas, la fertilización, el control de animales que puedan causar daño a las plantas, como el ganado o el control de conejos, que causan estragos en las plantaciones y, a las buenas técnicas o prácticas de plantación.

En Anexo N°6, El ABC de una Reforestación en zonas semi-áridas, se comentan los factores que inciden directamente en el éxito o fracaso de una plantación forestal, en zonas semiáridas.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 1. Resolución N°216/2002

9.2 Anexo 2. Rediseño de la faja arborizada

9.3 Anexo 3. Resolución 186/2003

9.4 Anexo 4. Informes bimensuales de seguimiento forestal

9.5 Anexo 5. Monografías de especies vegetales

9.6 Anexo 6. El ABC de una reforestación en zonas áridas

9.7 Anexo 7. Estudio de fauna

9.8 Anexo 8. Res. Ex. N°11/ROL N° F-016-2016

9.9 Anexo 9. Carta Ofician N°114/2017 CONAF

9.10 Anexo 10. Res. Ex. N°14/ROL N° F-016-2016
