

Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador de la
rehabilitación natural de canteras en el Noreste de la provincia de
Neuquén

Alumna: Corradini Claudia Raquel

Legajo: VAMB00411

Carrera: Lic. Gestión Ambiental

Universidad Siglo 21

Diciembre – 2016

Agradecimiento

A Dios por acompañarme y guiar mis anhelos.

A mi familia, por relegar su tiempo en favor del mío, por acompañarme y dar luz con sus sonrisas, por disfrutar a mi lado de lo que me apasiona. Mis más sinceros y eternos agradecimientos a ellos, mis hijos Luciana, Ignacio y Geraldine.

A mi compañero de vida Luis, por dejarme ser. Por creer en mí.

Resumen Ejecutivo

Finalizado un disturbio (natural o antrópico), los ambientes tienden a recuperarse en el espacio y tiempo, siguiendo trayectorias más o menos definidas según las condiciones imperantes del entorno. En el caso de ecosistemas áridos, existe un consenso en determinar que el restablecimiento de las condiciones naturales frente a disturbios intensos es muy bajo, debido a la resiliencia del sistema. Para el caso puntual de áreas afectadas por la extracción de minerales, se enfatiza en el arraigo y desarrollo de las especies vegetales colonizadoras, como punto de partida del proceso de rehabilitación natural pos-disturbio, especialmente por encontrarse estos ambientes limitados en disponibilidad de recursos claves, como agua, nutrientes y materia orgánica. Es por ello que se propone como objetivo del trabajo, valorar el grado de cobertura vegetal como un indicador de la rehabilitación natural de canteras localizadas al Noreste de la Provincia del Neuquén.

Para la recopilación de datos se trabajó a campo, en el relevamiento de seis canteras activas y dos sitios testigos. Se empleó GPS, observación directa, medición cuantitativa y cualitativa del grado de cobertura vegetal, y en gabinete se categorizaron los atributos con la implementación de un modelo sistemático de impacto-aptitud. Para su análisis e interpretación se usó la herramienta ArcGIS.

Como resultado pudo identificarse que *Atriplex lampa* actúa como especie colonizadora, clave en el proceso de rehabilitación natural de estos ambientes, factible

de propiciar condiciones para el desarrollo de otras especies nativas de ciclos vegetativos largos, siguiendo el modelo sucesional del sistema ecológico.

Si bien existen numerosos indicadores ambientales, en particular ecológicos, la cobertura vegetal resultó ser un factor determinante en los procesos ecológicos del micro-hábitat, especialmente en estos ambientes.

Se relacionó la presencia de montículos de arena, como un proceso clave en la dinámica estructural del ecosistema.

Palabras Claves: Rehabilitación – resiliencia – disturbio – especie indicadora.

Abstract

Completed a disturbance (natural or anthropic) environments tend to recover in space and time, following more or less defined paths depending on the prevailing environmental conditions. In the case of arid ecosystems, there is a consensus in determining that the restoration of natural conditions facing intense disturbances is very low, due to the resilience of the system. For the specific case of areas affected by mining, it is emphasized in the establishment and development of the colonizing plant species, as a starting point the process of natural rehabilitation post-disturbance, especially for being such limited availability of key resources environments such as water, nutrients and organic matter. It is therefore proposed objective of work, assess the degree of vegetative cover as an indicator of natural rehabilitation of quarries located northeast of the Province of Neuquén.

For data collection, we worked to field in the survey of six active quarries and two witnesses sites. GPS, direct observation, quantitative and qualitative measurement of the degree of vegetation cover, was used and cabinet attributes with the implementation of a systematic pattern of impact-categorized fitness. I for analysis interpretation ArcGIS tool was used.

As a result it could be identified that *Atriplex lampa* acts as pioneer species, key in the process of natural restoration of these environments, feasible to provide conditions for the development of other native species long growing seasons, following the successional model of the ecological system.

While there are numerous environmental indicators, particularly ecological, vegetation cover proved to be a determining factor in ecological processes of micro-habitat, especially in these environments.

The presence of mounds of sand as a key process in the structural dynamics of the ecosystem related.

Key words: Rehabilitation - resilience - disturbance - indicator species.

Índice

Capítulo 1 – Introducción	13
1.1 – Justificación	15
1.2 - Planteamiento del problema	16
1.3 – Objetivos	17
Capítulo 2 – Marco Teórico	18
2.1 - Rehabilitación Ecosistemas Áridos y Semiáridos	17
2.2 - Conceptos sobre Rehabilitación y Restauración ecológica	24
2.3 – Caracterización del Monte Austral	30
2.4 - Factores de disturbio antrópico en el Monte Austral	37
2.5 – Marco Legal	39
Capítulo 3 – Metodología	43
3.1 - Recopilación de Datos	45
3.2 - Diseño del Muestro	46
3.3 - Metodología del Análisis de Sensibilidad Ambiental	50
Capítulo 4 – Resultados y análisis de datos	56
4.1 - Uso del suelo	56

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.

4.2 - Nivel de degradación del Suelo	65
4.3 – Cobertura Vegetal	69
4.4 - Comportamiento agentes erosivos y factores climáticos	82
4.5 - Análisis Sensibilidad Ambiental	86
Capítulo 5 – Conclusiones	88
Referencias	92
Anexo	100

Índice de tablas

Tabla 1 – A- Geomorfología	51
Tabla 2 – B – Suelo	52
Tabla 3 – C – Biota	52
Tabla 4 – D – Hidrografía	53
Tabla 5 – E – Limitaciones Principales	53
Tabla 6 – Ponderación Coeficientes	55
Tabla 7 – Parámetros de referencia valoración ISA	55
Tabla 8 – Resumen superficies explotación/Área remedida	61
Tabla 9 – Resultados Cobertura Vegetal	80

Índice de figuras

Figura 1 – Modelo conceptual de la degradación y restauración de un ecosistema	21
Figura 2 – Representación de las distintas estrategias para controlar los procesos de degradación en los ecosistemas y su relación con la recuperación del ecosistema	26
Figura 3 – Régimen natural de disturbio	29
Figura 4 – Compresión de la extinción de especies	30
Figura 5 – Áreas Ecológicas de la Provincia de Neuquén	32
Figura 6 – <i>Plantago patagónica</i>	33
Figura 7 – <i>Senecio sp</i>	33
Figura 8 – <i>Larrea divaricata</i>	34
Figura 9 – <i>Prosopis sp</i>	34
Figura 10 – <i>Acantolyphia sp</i>	34
Figura 11 – <i>Atriplex lampa</i>	34
Figura 12 – Choique	35
Figura 13 – Anidamiento de aves	35
Figura 14 – Esquema del proceso metodológico	44
Figura 15 – Vista explanada y pozo de extracción hidrocarburo	58

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.

Figura 16 – Escarificado sobre piso de cantera	60
Figura 17 – Vista cantera en explotación	62
Figura 18 – Talud de un frente de explotación	62
Figura 19 – Baterías en Yacimiento	67
Figura 20 – Estepa <i>Larrea Divaricata</i> y <i>Atriplex lampa</i>	71
Figura 21 – Estepa <i>Larrea Divaricata</i> y <i>Atriplex lampa</i>	72
Figura 22 – Estepa <i>Larrea Divaricata</i> y <i>Atriplex lampa</i>	73
Figura 23 – Estepa <i>Larrea Divaricata</i> y <i>Atriplex lampa</i>	73
Figura 24 – Cantera N° 1	75
Figura 25 – Cantera N° 2	76
Figura 26 – Cantera 2 – Vista Sur/Norte	76
Figura 27 – Cantera N° 3	77
Figura 28 – Cantera N° 4 – Vista Oeste	78
Figura 29 – Cantera N° 4 – Vista Este	78
Figura 30 – Cantera N° 5 – Vista Oeste	79
Figura 31 – Cantera N° 6	80
Figura 32 – Dinámica estructural de montículos de arena	82

Índice de mapas

Mapa 1 – Localización geográfica del Área de Estudio	47
Mapa 2 – Localización Zonal del Área de Estudio	47
Mapa 3 – Diseño de Muestreo	49
Mapa 4 – Índice de Productividad de las Tierras	64
Mapa 5 – Degradación de la vegetación	66
Mapa 6 – Vegetación dominante	69
Mapa 7 – Sitios Testigos - Canteras	81
Mapa 8 – Cobertura Vegetal	81
Mapa 9 – Limitaciones	84
Mapa 10 – Pendiente	84
Mapa 11 – Cobertura del suelo	85
Mapa 12 – Recurso Hídrico	85
Mapa 13 – Sensibilidad Ambiental	87

Capítulo 1 - Introducción

El manejo ambiental de un sistema de explotación de áridos (cantera), es de vital importancia en la generación de las condiciones que propicien el inicio de la rehabilitación natural de ecosistemas de ambientes áridos y semiáridos, una vez retirado el agente de disturbio (extracción de minerales).

El desafío actual es establecer indicadores ecológicos que cumplan con criterios consensuados en los equipos interdisciplinarios, que permitan comparar comunidades en áreas degradadas (rehabilitadas o en proceso de rehabilitadas) con ecosistemas naturales sin intervención humana significativa (vegetación histórica; sitio testigo, o de referencia) y que, a su vez, mantengan condiciones similares a la situación previa al disturbio (sistema de referencia o pre-disturbio; sitio testigo actual).

La necesidad de contar con indicadores confiables que orienten la toma de decisiones en el corto, mediano y largo plazo, obliga tanto a evaluar el impacto ambiental producto del disturbio durante la extracción de minerales, como la necesidad de aplicar con efectividad medidas preventivas, compensatorias o de restauración que puedan implementarse (Oaten, Murdoch & Parker, 1986) una vez retirado el agente de disturbio. Proyectando estas actividades hacia el desarrollo sustentable y sostenible en el tiempo, propiciando un uso responsable del medio ambiente.

Estos conceptos toman mayor relevancia, si el ambiente que se impacta responde por sus atributos ecológicos a un tipo de ambiente que retorna lentamente a la

situación pre-disturbio (resiliencia propia del sistema), principalmente por deficiencias en el aporte de agua y nutrientes.

Este tipo de ambientes, de baja resiliencia que conforman la “diagonal árida” en el Noreste de la Provincia del Neuquén, muestran a campo procesos claves en la dinámica estructural de su ecosistema, entre ellos la formación de montículos de arena, producto del transporte de partículas finas de suelo por acción de los agentes erosivos (precipitaciones y viento), potenciando la aparición de especies categorizadas como “indicadoras” o pioneras colonizadoras pos-disturbio, que posibilitan el inicio de la rehabilitación natural del sistema.

Es en este punto crítico, de transición entre el retiro del agente de disturbio, la implementación de técnicas de remediación, y el inicio del proceso de rehabilitación natural, es que esta investigación busca establecer a la cobertura vegetal, como un indicador ambiental de las posibilidades que tiene un área impactada de re-establecer sus condiciones ambientales pos-disturbio, dando lugar al inicio de la sucesión vegetal propia del ecosistema.

Para el análisis de los factores que intervienen en el establecimiento de la cobertura vegetal, como lo son el aporte de agua, pendientes del terreno, uso del suelo, origen geomorfológico de la roca madre, y la afectación del entorno inmediato a las canteras en estudio (grado de degradación), entre otras, se propone la implementación de un análisis multivariado o modelo de Impacto-Aptitud, que trabaja con una matriz producto proporcionada por la utilización de un base de datos compleja y un sistema

informático que mediante el empleo de herramientas del software ArcMap 10.2.2, que permiten el análisis integral de la sensibilidad ambiental del entorno.

1.1 - Justificación

Como se mencionará en el apartado anterior, se busca atender un problema de conocimiento sobre la interacción de actividades mineras y la respuesta del medio una vez retirado el agente de disturbio, en condiciones naturales (sin revegetación asistida), en zonas caracterizadas como áridas y semiáridas del noreste de la Provincia del Neuquén.

Se investiga tanto los aspectos que favorecen el inicio de la rehabilitación natural de las canteras, como su evolución propia y adaptación al sistema que las rodea, la resiliencia del medio ante disturbios antrópicos, como los tiempos de re-vegetación junto a la aparición de las primeras especies de ciclo vegetativo largo, presente en la sucesión del ambiente.

Atento a que todas las actividades antrópicas, como lo es la extracción de minerales en una cantera, son plausibles de producir un impacto al ambiente, esta investigación se enmarca dentro de la normativa Nacional y Provincial, que exige responsabilidad frente al daño, obligando a remediar, mitigar o corregir el mismo.

1.2 - Planteamiento del problema

La valoración del grado de cobertura vegetal en áreas impactadas, como indicador ambiental del inicio de un proceso de rehabilitación natural, se plantea desde la necesidad de contrastar conceptos teóricos históricos y actuales. Entre ellos, los que sugieren que este tipo de ambientes ven complejizada su rehabilitación, ya que dependen de la implantación de especies vegetales criadas en invernaderos, muchas veces caracterizada por especies que no conforman la estructura florística propia del paisaje, con la introducción de mecanismos de riego de alto costo operativo o de nula factibilidad económica frente a proyectos de rehabilitación activa. Por otro lado, se encuentran los sistemas de remediación pasivos, que pueden aplicarse partiendo de una técnica de des-compactación mecánica (escarificado), que propicia el arraigo de vegetación natural en el tiempo, con coberturas iniciales de entre un 20-30% de la superficie impactada. En ambos enfoques se busca mitigar el impacto, logrando el objetivo final de rehabilitar el ecosistema.

Con el objeto de valorar el grado de cobertura vegetal natural, como un indicador ambiental de la rehabilitación de áreas impactadas por la actividad minera, es relevados seis (6) canteras en actividad, parcialmente remediadas (todas con técnica de escarificado mecánico), y dos (2) sitios testigos.

Tanto las canteras como los sitios testigos, se encuentran inmersos en un contexto fuertemente afectado por el desarrollo de la actividad hidrocarburífera, en un Yacimiento de Gas y Petróleo de la cuenca Neuquina.

1.3 - Objetivos

Objetivo General:

- ✓ Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador del establecimiento de procesos de rehabilitación natural en canteras ubicadas al Noreste de la Provincia del Neuquén,

Objetivos Específicos:

- ✓ Vincular el grado de cobertura vegetal como indicador ambiental.
- ✓ Interpretar el modelo sucesional de la vegetación de los sectores remediados y testigos de ambientes áridos y semiáridos.
- ✓ Identificar el potencial semillero de las especies colonizadoras pos-disturbio.
- ✓ Analizar el sistema de rehabilitación efectuado en canteras.
- ✓ Inferir sobre la dinámica específica de ambientes áridos y semiáridos.
- ✓ Diagnosticar la sensibilidad ambiental del ámbito de estudio en que se encuentran inmersas las canteras (análisis multivariado).

Capítulo 2 – Marco teórico

2.1 - Rehabilitación en ecosistemas áridos y semiáridos

Se observa en ecosistemas áridos y semiáridos, como el que caracteriza la cuenca Neuquina, que la extracción de hidrocarburos genera uno de los impactos ambientales más significativos (Zuleta et al, 2003), seguidos de la actividad minera y ganadera extensiva.

El desarrollo de esta investigación puntualiza sobre el estudio de rehabilitación natural de seis canteras localizadas dentro de un yacimiento de gas y petróleo de la cuenca neuquina, que abastece de áridos (mineral de 3° categoría) la industria petrolera, cuyo principal destino es la construcción de locaciones, mantenimiento de caminos como el tapado de ductos.

La construcción de estas locaciones de gas y petróleo, altera principalmente características propias del relieve, el suelo y la vegetación, y producen un impacto sinérgico de escala. Como resultado de estas construcciones, se generan redes viales de circulación intensa y establecimiento de infraestructura edilicia fija (oficinas, galpones, etc.), equipamientos operativos (pozos, baterías, etc.), maquinaria, y/o equipamientos fijos o móviles, como la apertura de canteras de áridos.

El tipo de infraestructura que desarrolla la industria petrolera, es considerada dentro de los factores que potencialmente contribuyen a la degradación del ecosistema,

principalmente por su elevada densidad en el entorno, provocando un desequilibrio en las condiciones naturales del mismo.

La explotación de minerales de 3º categoría, impacta de manera puntual al ambiente (la superficie de afectación directa, es el perfil de suelo que contiene el mineral), donde se presta especial atención a las medidas de mitigación, enfocadas en remediar el área una vez finalizada la explotación. En todos los casos el sistema de explotación desarrollado se realiza a cielo abierto, en trincheras o banqueos, utilizando maquinaria como pala cargadora, topadora o motoniveladora. El proceso de remediación es normado por la Autoridad Aplicación competente y es simultáneo al sistema de explotación. En la Provincia del Neuquén, esta actividad se desarrolla con técnicas de escarificado mecánico, re vegetación asistida, re vegetación natural, o ninguno.

El impacto ambiental producto de la extracción de áridos, se concentra alrededor de las canteras en forma puntual, afectando directamente una superficie de 4 a 5 ha¹ en promedio, y consiste en la eliminación total de la vegetación nativa (desmonte de los primeros centímetros del suelo), la exclusión de uno de los perfiles del suelo (que contiene el mineral en cuestión) junto a la modificación de las geoformas del paisaje.

Como resultado de la explotación, se generan frentes activos, que propician la formación de taludes con pendientes pronunciadas y superficies inestables, susceptibles a la erosión, en el que afloran minerales que se hallaban en profundidad, sin estructura y carente de vegetación². Estas características, sumadas a las del ambiente, limitan

¹ Datos aportados por Autor en relevamiento a campo.

² Ver *Figura 18* – Talud de un frente de explotación. Pág 58

fuertemente la rehabilitación natural y con ello la recuperación de las interacciones y procesos ecológicos del entorno.

Ante esta situación es necesaria la intervención antrópica con técnicas que inicien y/o posibiliten los procesos de recuperación del ecosistema. Dentro del marco conceptual actual, el restablecimiento de las condiciones naturales de este tipo de ambientes pos-disturbio es categorizada como lenta, producto de la baja resiliencia del sistema (capacidad intrínseca de regeneración), específicamente por la limitada disponibilidad de recursos críticos como agua y/o nutrientes, que condicionan el funcionamiento de los propios procesos naturales que identifican el área (Schlesinger et al, 1990; Aguiar & Sala, 1999).

Puede observarse a campo, que este tipo de ambientes presenta un patrón micro-morfológico de gran escala formado por un sistema de corredores o parches integrados, producto de la asociación de diversas especies nativas, alrededor de las cuales se acumula arena y sedimentos, conformando montículos (Aguiar & Sala, 1994; Aguiar & Sala, 1998). Estudios recientes han destacado el rol de estos montículos como unidades estructurales básicas y funcionales en los procesos ecológicos de ambientes áridos (Brown & Porembski, 1997; Reichmann, 2003).

Este análisis del cambio en la composición y abundancia de las especies vegetales a través del tiempo en un mismo sitio, puede inferirse a través de la interpretación de modelos sucesionales. La facilitación, la tolerancia y la inhibición son los tres grandes procesos con los que se construyen estos modelos, y pueden usarse para explicar situaciones en las que ocurra la aparición de especies vegetales colonizadoras o pioneras. Su principal característica es que considera las interacciones biológicas

entre poblaciones vegetales y las modificaciones que éstas causan al entorno, como los principales mecanismos responsables en el cambio de la composición florística

De esta manera un modelo sucesional nos permiten predecir la evolución de un ecosistema luego de acontecido un disturbio. Interpretando el fenómeno de la sucesión ecológica como un proceso predecible, continuo y direccional que tiende a una comunidad clímax.

Los ambientes áridos y semiáridos repiten un patrón de recuperación mediante especies colonizadoras de ciclo de vida corto y de rápido crecimiento, que se ven incentivadas a reproducirse de forma precoz, reemplazadas luego por especies perennes, de vida más larga y en algunos casos con crecimiento vegetativo (Pickett 1985; Coffin & Lauenroth 1996). Estas condiciones determinan el potencial semillero de las especies vegetales dominantes y co-dominantes que estructuran la fisiografía del área, como las asociaciones vegetales que prevalecen y contribuyen a la similitud de los sitios disturbados con los de referencia.

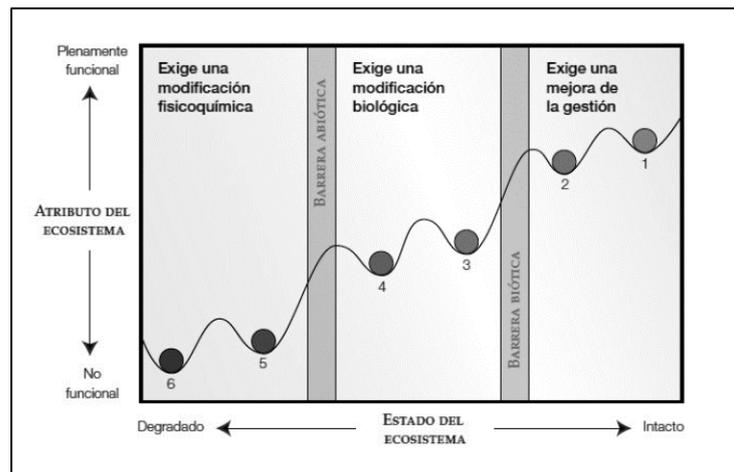


Figura 1 – Modelo conceptual de la degradación y restauración de un ecosistema.
Fuente: adaptado de Whisenant (1999) y Hobbs & Harris (2001).

Las técnicas de rehabilitación otorgan al sitio una estructura y funcionalidad vegetal diferente al sistema original, pero compatible con el ambiente, capaz de auto-mantenerse en el tiempo e integrarse al entorno a mediano plazo. La estrategia se orienta principalmente a favorecer la instalación de la cobertura vegetal, desde la cual se habiliten los demás procesos ecológicos básicos.

Es por tanto es la vegetación quien provee la mayor parte de la biomasa para los ecosistemas áridos, ofrece estructura física a otras comunidades (hábitat para la fauna), constituye el punto de partida de numerosas tramas tróficas, forma parte activa de los ciclos de nutrientes, y tiene efecto sobre el clima al modificar el balance energético sobre la superficie del suelo, además de atenuar la incidencia de agentes erosivos (precipitación y viento) (Schlesinger et al, 1990, Chapin et al, 2002).

Si bien el suelo también es importante, se asume en general, que el estado de la vegetación provee una adecuada aproximación de la condición del sistema edáfico, el cual es más complejo y costoso de cuantificar (Wilson et al, 1984).

De esta manera la cobertura vegetal resulta ser un factor determinante del micro-hábitat para procesos de germinación y establecimiento de plántulas (Zuleta, G & Reichmann, L, 2013). En el marco de la investigación propuesta el estudio de la composición y estructura de la vegetación, permite una aproximación sobre el estado de un ecosistema, o en virtud de detectar transiciones del mismo, en particular aquellas que puedan ser irreversibles (Bestelmeyer et al, 2006). Es decir que, especies vegetales pioneras o indicadoras, caracterizan o muestran los diferentes estadios sucesionales o de recuperación del ambiente luego de un disturbio. (Dufrène M & P Legendre, 1997; Reichmann LG 2003; Castro ML, 2012).

Desde hace algunos años se viene teorizando acerca de la capacidad de resiliencia de los ambientes áridos y semiáridos ante eventuales disturbios antrópicos o naturales. A la luz de nuevas investigaciones científicas, autores como Ceccon E y Flores-Ramírez E (2014), proponen como elemento clave en la recuperación de un sistema, la existencia de corredores denominados biológicos, especialmente en paisajes fragmentados, ya que pueden contribuir a la efectividad en términos de movilidad y dispersión de especies, otorgando correlación con la calidad de la matriz del paisaje. La teoría indica que estos corredores pueden mejorar o mantener la viabilidad de las poblaciones específicas de vida silvestre dentro de los fragmentos, ya que aumenta la permeabilidad del paisaje (se considera un paisaje permeable a aquel en que la fauna puede moverse relativamente libre de un área a otra). En términos funcionales un corredor podría permitir que tanto los vegetales, como la fauna puedan dispersar semillas y migrar respectivamente, entre los fragmentos para adaptarse a las presiones de su hábitat. Estudios recientes demuestran que los corredores no sólo incrementan el intercambio de la fauna entre parches, también facilitan dos tipos de interacciones vegetal-fauna: polinización y dispersión de semillas (Tewksbury et al., 2002). También deben considerarse aspectos negativos, como la depredación de algunas semillas o el aumento en la densidad de población de algunas especies.

Específicamente, la rehabilitación enfatiza en la reparación de procesos del ecosistema, productividad y servicios (SER, 2004). La técnica utilizada con mayor frecuencia como punto de partida para rehabilitar canteras es el escarificado mecánico, que consiste en la des-compactación mecánica de la capa superficial del piso de cantera y el suavizado de los taludes producto de los frentes de explotación.

La técnica de escarificado mecánico se realiza en dirección perpendicular a la pendiente y/o vientos dominantes, con una profundidad de 20-35 cm y con una distancia entre surcos de 55 cm (dimensiones otorgadas por la maquinaria que se emplea a campo, generalmente topadora o motoniveladora)³. La superficie escarificada abarca toda el área de influencia directa y puntal de la cantera una vez concluida la explotación. Estas superficies no son alambradas, y sus accesos son cerrados para evitar cualquier tipo de circulación vehicular una vez efectuada la remediación.

2.2 - Conceptos importantes sobre Rehabilitación y Restauración ecológica

Existen números términos que se utilizan indistintamente para caracterizar las acciones de recuperación de un ambiente degradado. Sin embargo se hace necesaria para su interpretación conocer las diferencias entre ellas, dado que cada definición se traduce en estrategias particulares a desarrollar según el grado de degradación, los objetos perseguidos por los trabajos, recursos humanos y materiales que intervienen en cada caso. Los diferentes conceptos que suelen tomarse como sinónimos son: restauración ecológica, rehabilitación, mitigación, reclamación y revegetación (SER, 2004; Rovere, 2008). Sin embargo presentan algunas diferencias:

✓ *Restauración ecológica*: es el proceso de asistencia para recuperar un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004). Según la intensidad

³ Ver *Figura 16* – Escarificado mecánico. Pág .60

de la degradación, la restauración puede ser pasiva o activa. La primera es una recuperación natural, y la segunda requiere de técnicas para iniciar o acelerar el restablecimiento del ecosistema existente antes del disturbio (Lamb & Gilmour, 2009; SER, 2004). Para su análisis se deben combinar los conocimientos de la estructura, composición y funcionamiento, para comparar el ecosistema dañado con otros ecosistemas intactos comparables, llamados ecosistemas de referencia (SER, 2004). Evaluar el sistema de referencia es útil para planificar el desarrollo de un proyecto de restauración, como para evaluar su éxito (Rovere & Echeverría, 2008). En el marco de la Ley Provincial N° 1875 T.O. Ley N° 2267, se entiende por restauración a la acción de restablecimiento de una situación ambiental a su estado anterior o semejante.

✓ *Rehabilitación:* comparte con la restauración ecológica la premisa de considerar los enfoques históricos o pre-existentes como referencias, pero enfatiza en la reparación de los procesos, la productividad y los servicios del ecosistema. Se diferencia, en que su objetivo es el restablecimiento de alguno, pero no necesariamente de todos los componentes ecosistémicos (Lamb & Gilmour, 2009; SER, 2004, Rovere, 2008). Para la legislación neuquina, la rehabilitación se enfoca en el restablecimiento de la función productiva o aptitud potencial de un recurso.

✓ *Mitigación:* acción cuya intención es compensar los daños ambientales (SER, 2004). Para la ley provincial antes citada es la acción de atenuación o disminución de impacto ambiental producido por las actividades antrópicas, hasta límites tolerables o admitidos por la normativa vigente.

✓ *Reclamación:* posee una aplicación más amplia aún que la rehabilitación, ya que sus objetivos son la estabilización del terreno, la seguridad pública, el

mejoramiento estético y, por lo general, el retorno de las tierras a lo que se consideraría un propósito útil dentro del contexto regional (Lamb & Gilmour, 2003; SER, 2004).

✓ *Revegetación*: se considera un tipo de reclamación, dado que su objetivo es restablecer la cobertura vegetal, que podrá ser de sólo una especie o unas pocas especies (SER, 2004).

✓ *Remediación*: este concepto hace referencia a la aplicación de estrategias físico-químicas para evitar el daño y la contaminación del suelo. La normativa provincial, no la define conceptualmente, pero la implementa en su articulado a los fines de dotar de responsabilidad del infractor ambiental a la hora de afrontar acciones que lleven a “remediar” el daño causado por degradación o contaminación.

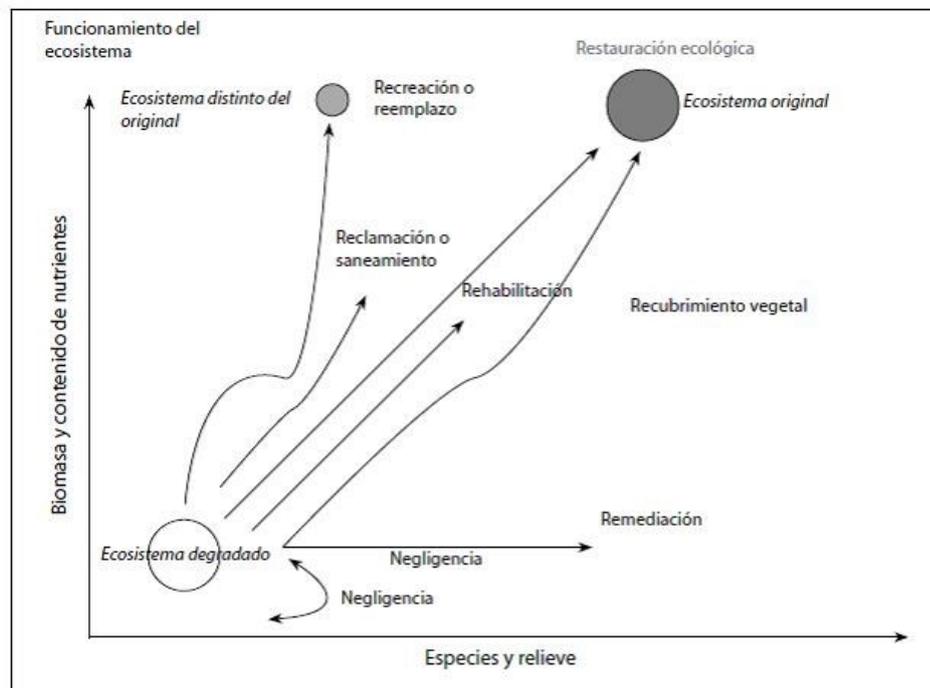


Figura 2 – Representación de las distintas estrategias para controlar los procesos de degradación en los ecosistemas y su relación con la recuperación del ecosistema.

Fuente: Sánchez et. al (2005).

Otros conceptos:

✓ *Resiliencia:* entendida en el ámbito ambiental como la capacidad de un ecosistema de recuperarse de un disturbio o de resistir presiones en curso. Se refiere a los complejos procesos físicos y ciclos biogeoquímicos regenerativos que realizan los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema – en un tiempo determinado – como respuesta para recuperar su estado anterior al efecto producido por el factor externo (disturbio), y en esa medida tender al equilibrio (Chamochumbi, 2005). Es decir, la rapidez con que el ecosistema regresa a sus condiciones originales. Los ecosistemas parecen ser particularmente resilientes si hay muchas especies que realizan la misma función esencial, y si las especies dentro de tales “grupos funcionales” responden de diversas maneras a los disturbios. La habilidad de un ecosistema para mantener su organización e integridad, está relacionada con la garantía de la variedad de funciones del ecosistema, las cuales son resultado de las interacciones de su estructura y sus procesos. Los factores que pueden afectar la resiliencia de un ecosistemas, están vinculados a:

- La biología y ecología inherente de sus especies componentes o hábitats.
- La condición de estos componentes individuales.
- La naturaleza, severidad y duración de los impactos.
- El grado en que impactos potenciales han sido reducidos o eliminados.

✓ *Resistencia:* es la capacidad de ecosistema para soportar disturbios.

✓ *Disturbio:* “Un disturbio es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que trastorna la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad de sustrato o el ambiente físico” (Pickett & White, 1985). Las características y los efectos de los disturbios dependen de la movilidad del organismo estudiado. Cuando se trata de organismos sésiles (plantas) el disturbio puede caracterizarse mediante el tamaño del área perturbada, la magnitud del evento, la frecuencia, la predictibilidad y el período de rotación. De modo complementario la recolonización de una zona alterada depende de:

- La morfología, fisiología y la ecología reproductiva de las especies presentes antes del disturbio.
- La morfología, la fisiología y ecología reproductiva de las especies que colonizaron el lugar o las que pueden llegar al sitio.
- Las características del manchón del ambiente en el que ocurre el fenómeno (intensidad y severidad del agente de disturbio, tamaño y forma, ubicación y distancia de la fuente colonizadores, la heterogeneidad interna, entre otras). (Pickett & White, 1985).

Cualquier cambio en el régimen histórico de disturbio de un ecosistema puede alterar la composición de especies mediante la disminución de la importancia de las especies nativas, la creación de oportunidades para el ingreso de especies exóticas, o por ambos medios (Hobbs & Huenneke, 1992).

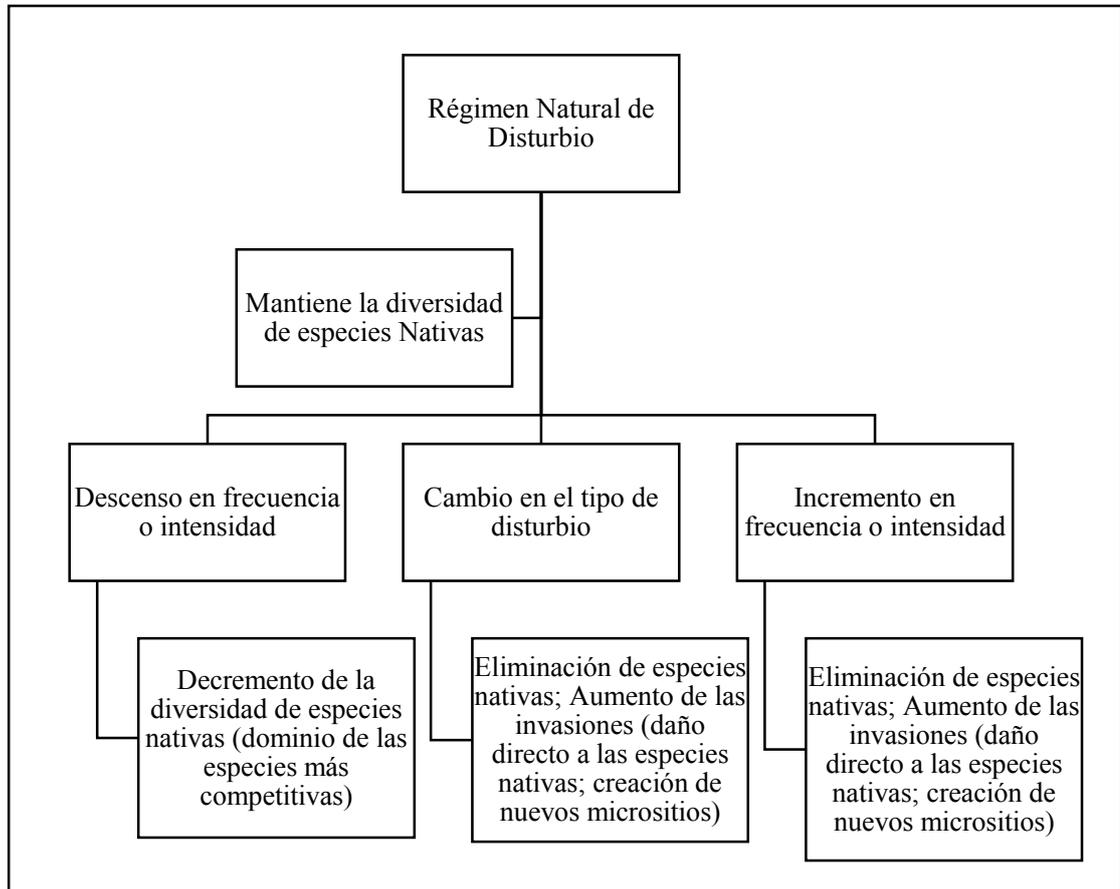


Figura 3 –Régimen natural de disturbio.
Fuente: Hobbs R. J. y L. F. Huenneke (1992).

- ✓ *Perturbación:* modificación de un régimen de disturbio. Generalmente son eventos controlados que permiten controlar el daño sobre el sistema afectado.
- ✓ *La extinción de las especies:* puede ser causada por distintos factores antropogénicos. Ellos pueden causar la fragmentación y aislamiento de las poblaciones, que se deterioran debido a la endogamia y la inestabilidad demográfica. Las poblaciones declinan progresivamente hasta que se extinguen.

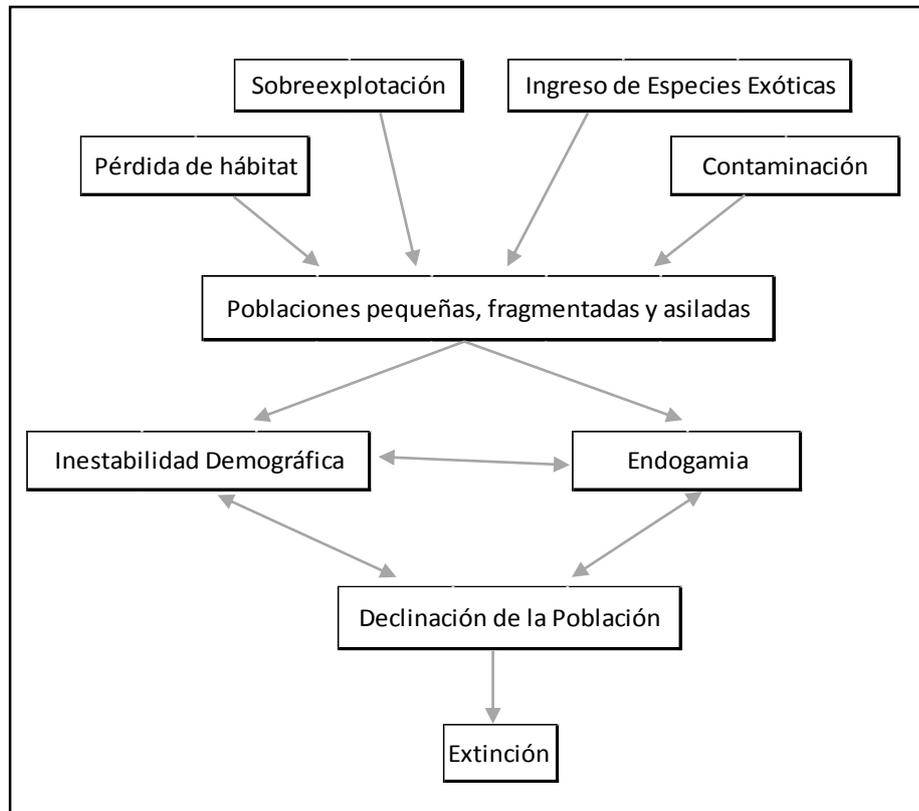


Figura 4 – Compresión de la extinción de especies
Fuente: Freedman, (1995).

✓ *Afectaciones al ecosistema:* Los ecosistemas están sujetos a diversos factores de estrés, ocasionadas por actividades humanas que provocan cambios ecológicos, o que limitan el desarrollo de las comunidades naturales (Freedman, 1995).

Se conoce como afectaciones físicas o estrés físico, al daño mecánico que puede ocurrir sobre los ecosistemas, y que afecta a uno o más de sus componentes. Entre ellos, se puede mencionar el estrés físico causado por los huracanes. Cuando el estrés es provocado por el hombre sobre el ecosistema, se lo denomina fragmentación, y consiste

en el rompimiento de la continuidad del hábitat, que convierte en parches aislados y pequeños, con dos causas evidentes:

- La reducción del área total de un tipo de hábitat dentro del paisaje;
- La confinación del hábitat restante, dentro de esos parches, pequeños y aislados.

Dentro de las afecciones químicas, se reconoce la presencia de compuestos químicos ajenos a los del medio natural. Pueden ser de afectación directa o indirecta, y en cualquiera de sus estados de agregación, producen contaminación.

La afectación biótica, son el resultado de alteraciones o modificaciones en los componentes vivos dentro del ecosistema. Puede verse afectada una o más poblaciones de especies nativas dentro del ecosistema, o bien, por la introducción de especies y/o la propagación de las mismas propiciando que se conviertan en invasoras. La eliminación de ciertas especies que actúan como reguladoras de la estructura vegetal (controlando el tamaño poblacional de otras especies, o que influyen en la estructura de otras comunidades vegetales o animales) es considerada dentro de esta premisa (Meffe y Carroll, 1994).

2.3 - Caracterización del Monte Austral

La zona en estudio pertenece a la subunidad Monte Austral (188.900 km²) (León et al.1998, Paruelo et al.1998) provincia del Monte (500.000 km²) (Cabrera & Willink 1973), Dominio Chaqueño, Región neo tropical (Cabrera, 1976).

El Monte Austral típico está caracterizado por una estepa arbustiva con varios estratos y escasa cobertura (León et al 1998).

Los estratos medios y bajo (50 a 150 cm) son los de mayor cobertura y raramente superan el 40% de la cobertura vegetal (León et al 1998).

El estrato superior que llega a los 200 cm es muy disperso y el inferior formado por gramíneas, hierbas y arbustos bajos, presenta del 10 al 20% de cobertura (León et al 1998).

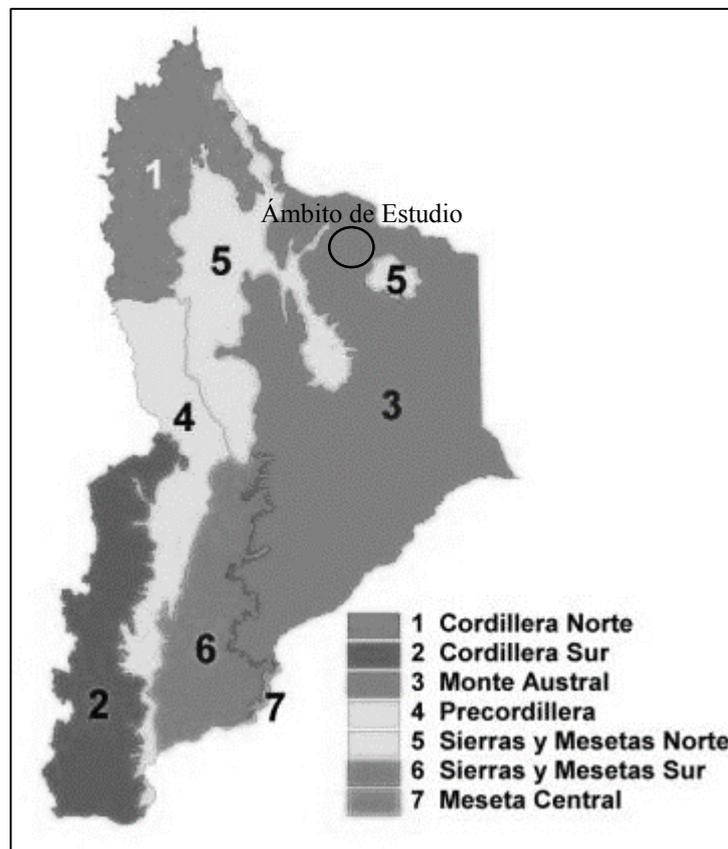


Figura 5 – Áreas Ecológicas de la Provincia del Neuquén

Fuente: Bran, D. et al (2002)

En el estrato medio y superior predominan las especies del género *Larrea* (*L. divaricata*, *L. cuneifolia* y *L. nítida*) así como las del género *Prosopis* (*P. alpataco*, *P.*

flexuosa). Éstas son acompañadas por varias especies de géneros tales como *Atriplex*, *Lycium*, *Chuquiriaga*, *Ephedra*, *Gutierrezia* y *Baccharis*; y por las especies, *Prosopidastrum globosum*, *Monttea aphylla*, *Bougainvillea spinosa*, *Cyclolepis genistoides*, *Cercidium praecox* y *Gochnatia glutinosa*. (Morello 1965, León et al. 1998, Reichmann 2003, Reichmann et al. 2003 a, b).

El estrato bajo está formado principalmente por *Senna aphylla*, *Acantholippia seriphioides* y *Grindelia chilensis*, como también gramíneas del género *Stipa*, *Poa*, *Bromus* y *Schismus* (Morello 1965, León et al. 1998, Reichmann 2003, Reichmann et al. 2003 a, b).

A continuación se presentan fotografías recabadas por el autor, de las especies taxonómicas observadas a campo:

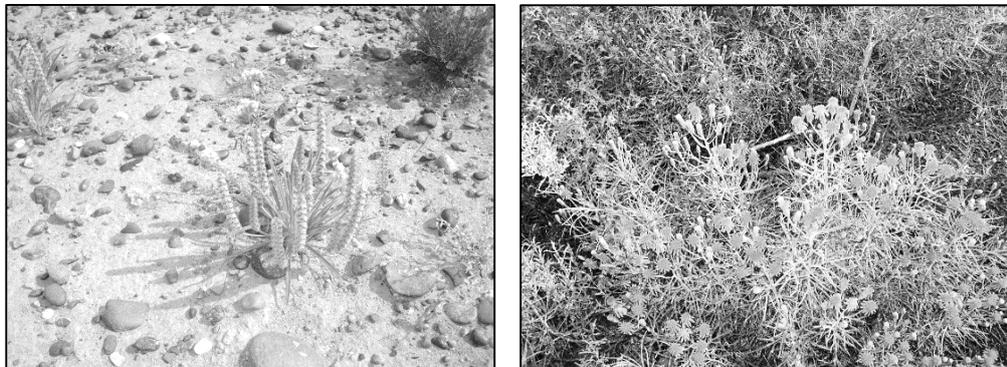


Figura 6 – Plantago patagonica - Figura 7 – Senecio en flor

Fuente: Fotografía recabada por Autor



Figura 8 – *Larrea divaricata* - Figura 9 – *Prosopis sp*

Fuente: Fotografía recabada por Autor



Figura 10 – *Acantolophia sp* - Figura 11 – *Atriplex lampa*

Fuente: Fotografía recabada por Autor

La fauna de la región se caracteriza por su adaptación al ambiente árido. Entre los mamíferos, la mayoría de las especies tienen una distribución más amplia hacia otras regiones circundantes. Por ejemplo, hay algunas especies también extendidas por la región de los Bosques Andino Patagónicos, como es el caso del guanaco (*Lama guanicoe*), la mara o liebre criolla (*Dolichotis patagonum*), el cuis chico (*Microcavia australis*), los chinchillones (*Lagidium sp.*), el huroncito (*Lyncodon sp.*) y el pichi patagónico (*Zaedyus pichi*). (Cabrera, 1976)

Algunos son propios del Monte, como el pichiciego o antiquirquincho (*Chlamyphorus truncatus*) y el zorro gris chico (*Dusicyos griseus*). Entre las aves, se encuentran el gallito arena (*Teledromas fuscus*), la corredora (*Teledromas fuscus*), algunas razas de copetonas como la *Eudromia elegans*, la monterita canela o ladrillito (*Poospiza ornata*), el halconcito gris (*Spizapteryx circumcinctus*), el loro barranquero (*Cyanoliseus patagonus*), el ñandú (*Rhea americana*), entre otras. Habitan varias especies de reptiles, como el lagarto o iguana colorada (*Tupinambis rufescens*), largartija (*Liolaemus sp.*); y de ofidios (culebras y víboras) como la falsa yarará (*Pseudotomodon trigonatus*), la víbora cascabel (*Crotalus durissus*) y la boa de las vizcacheras (*Constrictor constrictor*) y de tortugas, como la terrestre argentina (*Geochelone chilensis*) (Cabrera, 1976).



Figura 12 – Choique
Fuente: Revista Eco región (2015)



Figura 13– Anidamiento aves
Fuente: Fotografía recabada por Autor

La situación actual de la fauna revela que ha sufrido una fuerte degradación debida a la caza indiscriminada, sobre todo de vertebrados ya sea por su piel o por considerarlos dañinos, y por la destrucción de su hábitat por sobrepastoreo, incendios,

talas, actividad petrolera o minera, entre otros factores. Su situación general es la de retracción tanto en número de especies como en la riqueza de sus poblaciones. Ejemplo de ello es la disminución numérica de las aves de tamaño mediano (aves de caza), o de las pequeñas para cautiverio (jilgueros, zorzales, diucas, entre otras) ya sea por la cacería incontrolada o la modificación de sus hábitats. En igual medida la merma de rapaces, especialmente águilas, aguiluchos y gavilanes y la disminución progresiva del ñandú petiso o choique (*Pterocnemia pennata*) que afronta una persecución cada vez mayor. Entre los mamíferos, el guanaco monteses (*Lama guanicoe*) ha sido erradicado totalmente de las llanuras, el zorro gris (*Dusycyon griseus*) y los zorrinos o chiñes (*Conepatus castaneu*) son especialmente perseguidos por su piel a pesar de legislaciones vigentes; los gatos del pajonal (*Felis colocolo*) pueden darse por desaparecidos. Igual destino les espera para el peludo grande (*Chaetophractus vellosus*) y el mataco (*Tolypeutes mataco*) están casi exterminados. Tal vez el que más ha sufrido el impacto de los cambios es el notable pichiciego. (UMSEF, 2003)

Con respecto a las especies vulnerables el área registra muy pocos endemismos y no tiene especies consideradas en peligro según los estándares internacionales. En cambio sí hay especies calificadas de vulnerable según criterios de listas rojas de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, afectadas sobre todo por la alteración de su hábitat a causa del pastoreo extensivo.

2.4 - Factores de disturbio antrópico en el Monte Austral

La explotación de canteras áridos (minerales de 3° categoría) dentro y fuera de los límites concedidos a Yacimientos de Gas y Petróleo, aparece acompañada de la pérdida de fertilidad del suelo, de biodiversidad y estabilidad de comunidades vegetales (Bestelmeyer, 2006).

En este sentido, la influencia de los sitios que no han sufrido disturbios, aledaños a las zonas impactadas, pueden representar una baja matriz de resistencia, que facilite altas tasas de dispersión entre fragmentos (Ceccon E, Flores-Ramírez E, 2014).

Finalizado un disturbio, los ambientes tienden a recuperarse en tiempo y espacio, siguiendo trayectorias más o menos predecibles a grandes rasgos. Los factores que determinan como será esta respuesta incluyen tanto la frecuencia del disturbio, como su intensidad, escala (Pickett & White, 1985; Peters et al, 2006, Smith et al, 2009) y el estado inicial del sistema.

El desarrollo minero de canteras ubicadas en la diagonal árida de la Provincia del Neuquén, es destinado a la construcción de locaciones petroleras y enripiado de caminos, resultando ser un impacto puntual y directamente vinculado a la planificación de extracción junto al cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental propuesto y declarado ante la Autoridad de Aplicación Minera como Ambiental.

Dentro de las acciones correctoras, se identifica la acción simultánea de explotar y restaurar. Generalmente las operadoras de las canteras dentro de los Yacimientos, recurren a la técnica de escarificado mecánico una vez colocado y distribuido el destape

de suelo fértil sobre el piso de la cantera, además de suavizar los taludes formados por los frentes de explotación.

Existen medidas de mitigación de carácter obligatorio, normadas por la Autoridad de Aplicación, en la que se debe tener presente extremar las medidas de manejo, control y prevención de derrames de hidrocarburos, que pudieran provocarse por el abastecimiento, cambio de filtros o aceites de la maquinaria que opera en las canteras. Este impacto, es plausible de generar contaminación química en el ambiente imposibilitando el proceso de rehabilitación natural.

Las estrategias de prevención y mitigación de los factores ambientales capaces de producir impactos negativos en el ambiente, se encuentran declaradas en el Plan de Manejo Ambiental que acompaña el Informe de Impacto Ambiental de una cantera, exigiendo desde el ámbito normativo el inicio de los procesos funcionales del sistema disturbado, junto a la garantía de trayectoria en el tiempo del proceso de rehabilitación.

Considerando que ninguna trayectoria es específica ni rígida, el modelo sucesional de Clements (1916) predice que los cambios en las comunidades vegetales que ocurren luego de un disturbio son direccionales y predecibles, alcanzando eventualmente una comunidad estable, a la que se denomina clímax. Bajo este paradigma se pueden comparar ambientes disturbados con los prístinos o pre-disturbio y evaluar su similitud (Zuleta, G & Reichman, L, 2013).

La dinámica del ambiente físico en el Monte Austral es controlada por sistemas de ríos efímeros que presentan áreas de acumulación de material arenoso (abanicos aluviales) y arcillosos (barriales). El viento cumple un importante rol en el transporte y deposición de particulado fino a sotavento de estas geoformas aluviales. Los rasgos

resultantes son montículos de arena formados al reparo de la vegetación. Cuando estos rasgos son disturbados por la actividad minera (en este caso particular) como por la actividad petrolera, su restauración constituye una necesidad para recomponer la dinámica del sistema.

2.5 - Marco Legal:

La explotación de áridos se desarrolla como una actividad extractiva confinada en los límites definidos por una cantera o pertenencia minera. El Código Minero de la República Argentina, es quien normatiza la actividad a nivel país, y quien la regula en la Provincia del Neuquén es la Dirección Provincial de Minera, como Autoridad Minera en Primera Instancia (AMPI) y la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS).

El procedimiento administrativo de habilitación de una cantera, se inicia con la presentación formal (por parte del titular de la pertenencia minera) de un Informe de Impacto Ambiental para la etapa de explotación, que se dispone para una Evaluación Formal/Técnica conjunta del AMPI y SAyDS. Este documento garantiza que el titular de la cantera, emita una declaración jurada sobre el desarrollo de la actividad a realizar, que lo embiste de responsabilidad frente a posibles daños al ambiente, obligándolo a remediar.

Los principales instrumentos de análisis para la Autoridad de Aplicación son: la Matriz de Impacto y Sinergia Ambiental del proyecto minero, las medidas

correctoras/mitigación del impacto producto de la extracción del mineral, junto al Plan de Manejo Ambiental que prevalece durante la etapa de ejecución.

El organismo fiscalizador de la actividad a campo, es la dirección de Policía Minera y Unidad de Gestión Ambiental de la Provincia (UGAP), dependientes del AMPI.

Tanto la actividad de extracción de hidrocarburos y gas, como la minera, se encuentran reguladas a nivel Nacional y Provincial. A continuación se detalla la normativa vigente:

✓ Leyes Nacionales:

- Constitución Nacional – Artículos 41 y 43 – La protección Ambiental es un derecho.
- Ley Nacional N° 25.675 – Política Ambiental Nacional.
- Ley Nacional N° 24585 – Protección Ambiental para la Actividad Minera.
- Código de Minería de Nación Argentina.

✓ Leyes Provinciales:

- Constitución Provincial – Prevé la preservación de los Recursos Naturales.
- Ley Provincial N° 1.875 T.O. Ley N° 2267 – Principios para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente.

- Ley Provincial N° 902 – Código de Procedimiento Minero de la Provincia del Neuquén.
- Decreto Provincial N°3699/97.-Implementacion de la Sección 2° del Título XIII del Código de Minería (T.O. Decr. N° 456/97) “De la Protección ambiental para la actividad minera” - anexo III.
- Resolución SE 105/09, considera aspectos relacionados con la restauración de ecosistemas degradados.
- Disposición 112/2011 de la Secretaria de Estado de Recursos Naturales, Subsecretaria de Medio Ambiente de la Provincia del Neuquén para compatibilizar índices y métodos de muestreo. Se consideraron las especificaciones respecto a la identificación de procesos de degradación de la tierra, identificación de impactos ambientales y medidas de mitigación.
- Decreto Provincial N° 330 – Autoridad de Aplicación en materia Ambiental Minera.

Se adjunta en Anexo E, normativa vigente.

La Provincia del Neuquén aporta un marco regulatorio a las actividades plausibles de producir impacto. Dentro de este contexto se instauran las políticas ambientales en sus distintos niveles de competencia, el contexto social/cultural acerca de la remediación del impacto antrópico o natural, y el contexto ambiental en que se encuentran inmersa la evolución de los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas,

brindando un marco integral, complejo y dinámico, acerca del conocimiento de sus procesos ecológicos, tendencias evolutivas y formas de analizar o determinar indicadores que traduzcan el impacto sobre el sistema natural, como sus posibilidades de rehabilitación.

Capítulo 3 – Metodología

Se implementan como herramienta de análisis e interpretación los SIG (Sistema de Información Geográfica) dado que ofrecen mediante la implementación del software ArcMAP 10.2.2, la capacidad de almacenar, analizar, manipular, desplegar, interpretar información ambiental de un solo ecosistema, contribuyendo con información de tipo descriptiva, explicativa.

Estas técnicas de evaluación multi-criterio constituyen un modelo de evaluación que afronta el problema de referencia o selección entre un conjunto de alternativas reales, en presencia de varios criterios.

En su aplicación se combinan y valoran simultáneamente criterios compuestos de factores (aspectos que los fortalecen o debilitan) mediante el manejo de sus atributos (variables) dentro de unas determinadas reglas de decisión y valoración.

De manera que permiten considerar problemas de decisión con múltiples objetivos teniendo en consideración información tanto cuantitativa como cualitativa.

Se considera una investigación del tipo descriptiva, por el análisis a efectuar sobre la revegetación natural de cantera, midiendo el grado de cobertura de las mismas. Siendo explicativa por su vinculación entre las características presentes en el área de estudio (ambientales, geomorfológicas, edáficas, climáticas, operación, etc.) y los objetivos propuestos.

Se utilizan las herramientas del Software ArcGIS Desktop, ArcCatalog – ArcMap, Licencia Arcinfo, extensiones 3D Analyst, Spatial Analyst, AecHydrotools, para el análisis e interpretación del modelo de impacto-aptitud propuesto. De aquí la

orientación cuantitativa de la metodología, a fin de vincular mediante patrones analizados sobre la población vegetal, sus causas y efectos.

Se empleó el modelo sistemático de Impacto-Aptitud.



Figura 14 – Esquema del Proceso Metodológico
Fuente: Elaborado por Autor

El trabajo de investigación se desarrolló en las siguientes etapas:

- ✓ Recopilación y actualización de la línea base. Generación de mapas.
- ✓ Muestreo a campo, en el que se observan y corroboran los mapas generados en el punto anterior, se fotografió y geo-referenció la revegetación en canteras remediadas y los sitios testigos de referencia.
- ✓ En gabinete, análisis de los datos recabados a campo, interpretación de resultados, elaboración de nuevos mapas (multicriterio)
- ✓ Integración de los resultados y conclusiones.

3.1 - Recopilación de Datos

ArcGIS Desktop cuenta con tres aplicaciones básicas: ArcMap – ArcCatalog y ArcToolbox, que permiten realizar mapeos, reportes y análisis de mapas. Además, este software dispone de una multitud de extensiones para adaptarse a las necesidades del usuario. En esta oportunidad se emplea el uso de extensiones de Análisis Espacial (Spatial Analyst) que proporciona un conjunto de herramientas para el análisis y modelado espacial tanto en datos expresados en formato ráster como vectorial.

Los datos empleados en el Sistema de Información Geográfico (SIG), tanto para información cartográfica como temática, se recopiló de la cartografía vectorial (shape) y ráster de la página: <http://catalogo.neuquen.gov.ar:8080/geonetwork/srv/spa/main.home>

El sistema de Proyección adoptado para la elaboración de los mapas es Gauss Kruger (Faja 2) – Sistema de Referencia Posgar 94.

Característica del GPS usado en relevamiento: GARMIN ETREX 30 COLOR, con altímetro, barómetro y compás.

La delimitación del área de estudio se realizó utilizando criterios de similitud entre sitios de estudio. Buscando contener tanto a las canteras como a los sitios testigos, y su área de influencia directa.

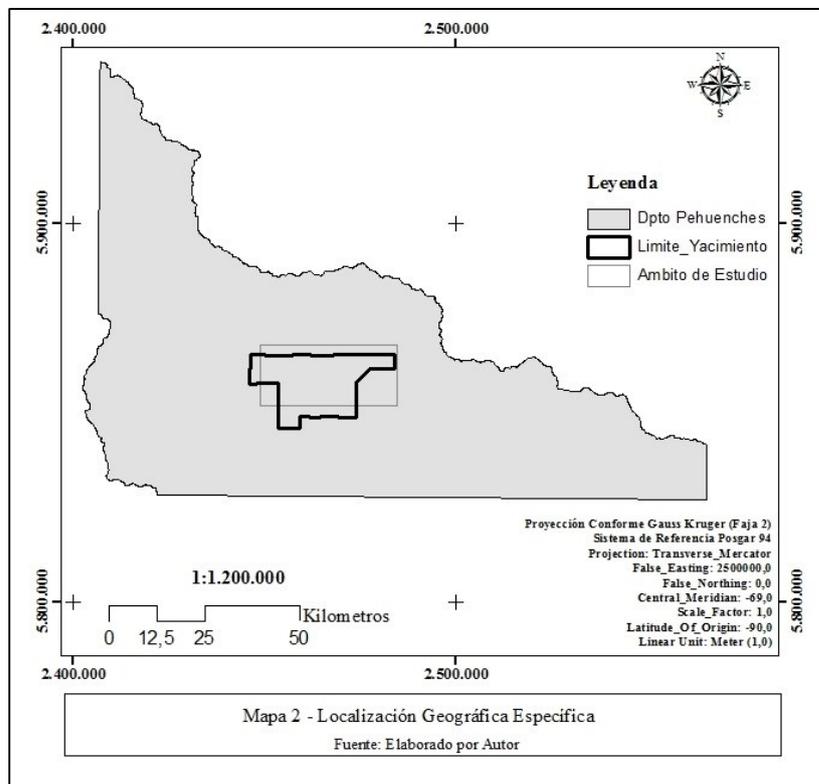
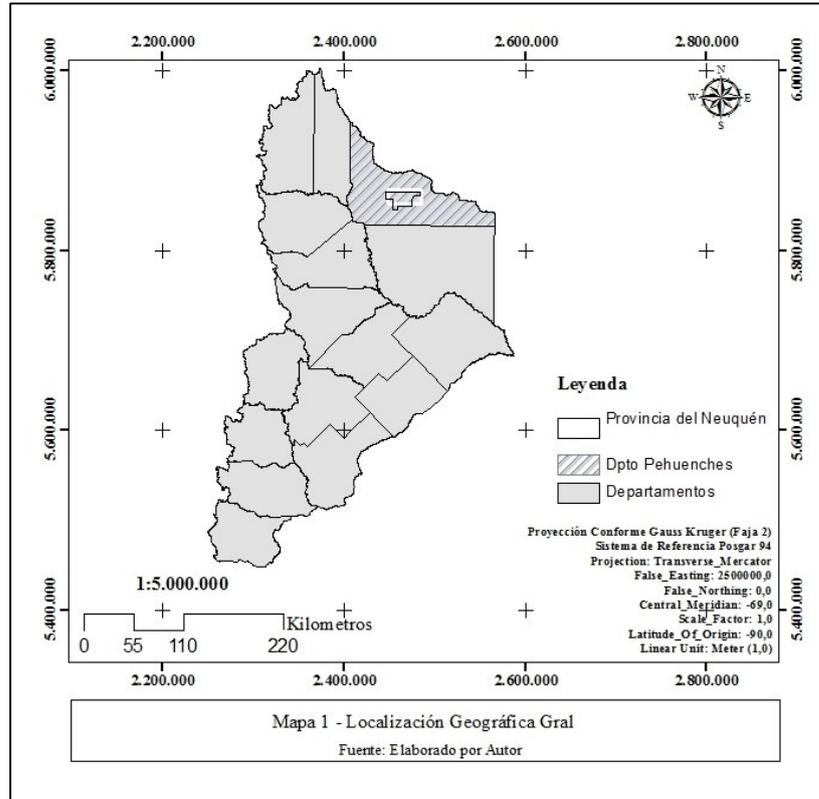
3.2 - Diseño del Muestro

El área en estudio se localiza geográficamente al noroeste de la Provincia del Neuquén, en el Departamento Pehuenches.

El ámbito de referencia tiene la particularidad de contener una infraestructura de aproximadamente 1.100 pozos de petróleo, red de caminos de ripio consolidado, infraestructura eléctrica, gasoductos, oleoductos, baterías, etc., y una docena de canteras para la extracción de mineral de 3° categoría (áridos) según lo estipulado en el Código Minero de la Argentina.

“ARTÍCULO 5°: Componen la tercera categoría las producciones minerales de naturaleza pétreo o terrosa, y en general todas las que sirven para materiales de construcción y ornamento, cuyo conjunto forma las canteras.” (Extracto Código Minero Argentino, pág. 2).

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.



Para cumplir con el objetivo general de analizar la cobertura vegetal comparando atributos ecológicos en los diferentes sitios, se llevaron a cabo relevamientos ambientales a campo, mediante reiteradas visitas al yacimiento, desde junio del 2011 a la fecha.

La selección de los sitios de referencia (testigos) se establecieron en base a criterios de proximidad de las canteras seleccionadas, en condiciones de homogeneidad del sistema de referencia, buscando que estos sean representativos en sus características descriptas para el Monte Austral.

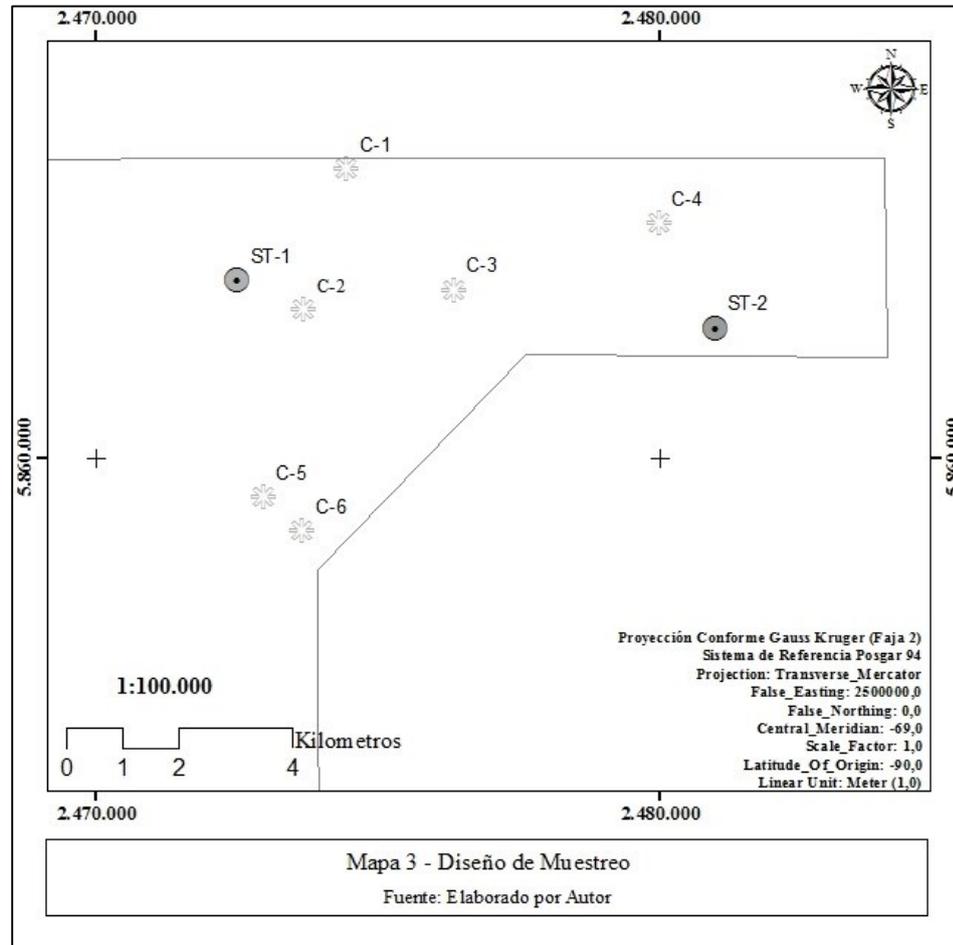
Las canteras fueron seleccionadas por poseer el mismo método de rehabilitación, implementando la técnica de escarificado sin revegetación asistida.

El relevamiento de la vegetación en cada cantera se realizó mediante observación directa de la cobertura relativa para cada taxón (proyección vertical de la copa) (Knapp, 1984) y la altura media del estrato arbustivo, sub-arbustivo y herbáceo/graminoso, delimitando las superficies cubiertas con puntos georeferenciados mediante GPS.

Los organismos vegetales presentes fueron identificados de acuerdo con la Flora Patagónica (INTA 1969, 1971, 1977, 1974^a, 1984b, 1988), los nombres científicos actualizados de acuerdo al Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Zuloaga et al, 2009).

Los sitios testigos fueron seleccionados de acuerdo a criterios de homogeneidad fisonómica, florística y ecológica. Los mismos se encuentran descriptos en apartado 4.3.

Como se mencionó, el relevamiento ambiental se realizó en 6 canteras y 2 sitios testigos, distribuidos como muestra el Mapa N° 3 – Diseño de Muestreo.



Todas las canteras relevadas cuentan con superficies en explotación actualmente, simultáneas a sectores/superficies en proceso de remediación.

La ubicación de las mismas, responde a criterios de utilidad costo/beneficio en el traslado del mineral hacia las respectivas locaciones, todas ellas a distancias promedio que rondan los 6 Km, como a la formación geomorfológica de la roca madre, en cuanto al aporte en potencia del mineral.

3.3 - Metodología del Análisis de la Sensibilidad Ambiental⁴

Sensibilidad ambiental se define como la capacidad de un recurso natural⁵ para soportar alteraciones (presión) originadas por acciones antrópicas, sin sufrir modificaciones importantes que le impidan mantener un equilibrio dinámico aceptable de su estructura y función del ecosistema. Es un "indicador" de la capacidad que posee el medio de asimilar los efectos de las intervenciones, en relación con sus propiedades intrínsecas, por lo tanto es un indicador de sus condiciones "naturales", sin considerar las modificaciones preexistentes que pudieran existir en el medio. Por lo tanto una alta sensibilidad ambiental sugiere que el ambiente es muy susceptible a las intervenciones, pudiendo alterar las características de su sistema ambiental, mientras que una baja sensibilidad significa que el medio es resistente al cambio, puede pre adaptarse a nuevas condiciones por intervenciones, dependiendo esta tolerancia, del tipo de acción y de las características de los factores involucrados.

Esta valoración ambiental es subjetiva y se basa exclusivamente en la información, antecedentes, observaciones y relevamientos *in-situ*. No incluye análisis físico-químicos y microbiológicos de muestras para determinar su calidad ambiental.

4 Material del Curso Sensibilidad Ambiental dictado en la UNCO – ver nota página 27.

5 Gestión Ambiental, Unidad de Investigación Desarrollo y Docencia. Departamento Hidráulica. Evaluación Ambiental Estratégica de la Provincia de Buenos Aires

Metodología de análisis

La metodología utilizada define cada unidad de análisis, dependiendo de sus características naturales propias, el grado de intervención actual, la sensibilidad ambiental y por último el índice de Sensibilidad.

Caracterización Ambiental de atributos

Lógicamente para realizar una evaluación, se establecen criterios relevantes, en concordancia con la importancia relativa que tiene cada uno de ellos en el contexto que se analiza, para finalmente evaluar/valorar la cobertura vegetal como un indicador ambiental.

A continuación se presentan los criterios definidos, junto a la importancia relativa otorgada:

Tabla 1
A-Geomorfología: Formas principales del relieve, su pendiente topográfica.

Pendiente	Geoforma	Clasificación	
Hasta 5 %	Planicie o relieves deprimidos	4	BAJA
5.1 a 15 %	Relieve suavemente ondulado	3	MEDIA
15.1 a 20 %	Relieve ondulado	2	ALTA
>20.1 %	Relieve abrupto	1	MUY ALTA

Fuente: Criterios adoptados del Curso de Sensibilidad Ambiental dictado por la UNCO.

Tabla 2

B-Suelo: Se le asigna una clasificación para determinar el suelo, en cuanto a su aptitud como soporte de actividades.

Aptitud	Clasificación	
Excelente	4	BAJA
Buena	3	MEDIA
Con limitaciones	2	ALTA
No apto	1	MUY ALTA

Fuente: Criterios adoptados del Curso de Sensibilidad Ambiental dictado por la UNCO.

Tabla 3

C-Biota: Cobertura vegetal, comunidades dominantes, especies nativas, grado de modificaciones antrópicas, especies nativas, exóticas.

Cobertura	Clasificación	
0 a 20 %	4	BAJA
21 a 50 %	3	MEDIA
51 a 70 %	2	ALTA
>70% es protegida	1	MUY ALTA

Fuente: Criterios adoptados del Curso de Sensibilidad Ambiental dictado por la UNCO.

Tabla 4

D-Hidrología Superficial: Se refiere la cercanía de cuerpos y cursos de agua permanentes o semi-permanentes.

Distancia a cauces	Clasificación	
>900m	4	BAJA
600 a 900m	3	MEDIA
300 a 600m	2	ALTA
0 a 300m	1	MUY ALTA

Fuente: Criterios adoptados del Curso de Sensibilidad Ambiental dictado por la UNCO.

Tabla 5

E-Limitaciones principales: Se refiere a las restricciones más relevantes vinculado con las características propias de la zona y las actividades que se realizan en ella.

Criterio limitación	Clasificación	
Limitación climática	4	BAJA
Limitación climática – pendiente	3	MEDIA
Limitación climática – pendiente - pedregosidad	2	ALTA
Limitación climática – pendiente – pedregosidad – baja capacidad de retención de humedad	1	MUY ALTA

Fuente: Criterios adoptados del Curso de Sensibilidad Ambiental dictado por la UNCO, modificados por Autor en base a las características de estudio del Proyecto de Investigación.

Cálculo del índice de Sensibilidad Ambiental

El índice de sensibilidad ambiental (ISA) se basa en los parámetros ambientales seleccionados y considera la capacidad intrínseca del ambiente para asumir nuevos cambios. En base a estos atributos se elabora una fórmula, donde se suman cada uno de los factores seleccionados, previamente corregidos por un coeficiente de ponderación.

Un ISA alto define una zona de baja sensibilidad ambiental, es decir, el valor más alto coincide con la situación más favorable para la recepción de perturbaciones antrópicas.

$$ISA^6 = Ca \times A + Cb \times B + Cc \times C + Cd \times D + Ce \times E$$

Las ponderaciones para cada atributo se establecieron en función del criterio del Autor, vinculadas con las características del área en estudio.

Donde:

- | | |
|---------------------------------|--|
| ✓ Ca: Coeficiente Geomorfología | ✓ C – Biota |
| ✓ A – Geomorfología | ✓ Cd: Coeficiente Hidrología |
| ✓ Cb: Coeficiente Suelo | ✓ D – Hidrología |
| ✓ B – Suelo | ✓ Ce: Coeficiente Limitaciones Principales |
| ✓ Cc: Coeficiente Biota | ✓ E – Limitaciones Principales. |

⁶ Fórmula ISA

Tabla 6
Ponderación de coeficientes

Coeficientes	Ponderación
Ca	0.15
Cb	0.20
Cc	0.25
Cd	0.20
Ce	0.20

Fuente: Elaborado por Autor

Tabla 7
Parámetros de referencia valoración ISA

Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA)	Valor ISA	Sensibilidad Ambiental
MUY ALTO	50.1 - 60	Leve
ALTO	40.1 - 50	Baja
MODERADO	30.1 - 40	Media
BAJO	21.1 - 30	Alta
MUY BAJO	12 - 21	Muy Alta

Fuente: Criterios adoptados del Curso de Sensibilidad Ambiental dictado por la UNCO.

Capítulo 4 – Resultados y análisis de datos

4.1 - Uso potencial del suelo:

✓ *Hidrocarburos.*

Principal actividad impactante, en el contexto del Yacimiento, se caracteriza por ser de alta rentabilidad. El mayor impacto se evidencia en el desmonte de las explanadas donde se ubican los pozos de extracción de gas y petróleo, la infraestructura vial de circulación interna del Yacimiento, infraestructura de oleoductos, gasoductos y acueductos.

Tanto el perfil del suelo y la estructura edáfica original se eliminan, siendo reemplazadas por un horizonte basal conformado por bloques y materiales finos (calcáreos) provenientes de las canteras, que se van depositando y compactando sucesivamente utilizando una motoniveladora, riego y un vibro compactador para conseguir una superficie semi-continua, resistente y poco deformable. Este proceso genera como consecuencia la pérdida de nutrientes y materia orgánica por un aumento del escurrimiento superficial del agua, como por la acción del viento.

Esto genera el desarrollo de nuevas propiedades relacionadas a la estructura y a la infiltración del agua en un nuevo tipo de suelo, ahora definido desde la geología como un agregado de materiales unidos por fuerzas débiles de contacto, separables por medios mecánicos de poca energía o por agitación en agua.

Pueden observarse otros tipos de disturbios que afectan parcialmente zonas escarificadas, zonas naturales o de maniobra, como por ejemplo la circulación interna sobre los pozos o locaciones escarificadas, donde la vegetación que pudo instalarse se ve dañada; presencia de residuos sólidos o restos de materiales metálicos o plásticos utilizados en la construcción o mantenimiento de los pozos; manchas de hidrocarburos en el suelo, identificables por su coloración y olor; vegetación dañada en sitios escarificados, por haber sido re-escarificados o re-intervenidos mecánicamente; presencia de picadas o caminos que se generan al ser utilizados eventualmente para acceder de forma directa de una locación a otra; o líneas de conducción cercanas a zonas naturales (fragmentación).

En líneas generales, el Yacimiento de Gas y Petróleo, muestra una distribución de parches pequeños de alta densidad de infraestructura, rodeados de zonas de densidad alta y media, que disminuye gradualmente hacia el resto del Yacimiento, que presenta una matriz de densidad nula. Se puede observar a campo un patrón más o menos concéntrico.

Se encuentra legislada en su accionar mediante las siguientes leyes Provinciales⁷: 1.926 – Policía de Hidrocarburos. – N° 2.175: Preservación del medio ambiente. Emisiones provenientes de la actividad e industria hidrocarburífera. – N° 2.183: Servidumbres. Los permisionarios y/o concesionarios deberán indemnizar a los propietarios superficiarios del Estado Provincial o Municipal, de los perjuicios que se causen a los fondos afectados por las actividades de aquellos. – N° 2.453: Ley

⁷ Pueden consultarse en el link:
<http://www.energianeuquen.gov.ar/detalle.php?page=&idsc=22&idc>

Provincial de Hidrocarburos. – N° 2.600: Actividad hidrocarburífera. Certificado de aptitud ambiental. – N° 2.666: Locación seca, control de sólidos y tratamiento de lodos y cutting.



Figura 15–Vista Explanada y Pozo de Extracción Hidrocarburo

Fuente: Fotografía recabada por Autor

✓ *Minería.*

Dentro del área de estudio, la minería es una actividad complementaria del petróleo siendo su rentabilidad relativa en función de la demanda de construcción de locaciones petroleras, mantenimiento o enripiado de caminos. Su impacto es puntual.

Se desarrollan las siguientes etapas dentro de un proyecto minero de extracción de áridos/calcaéreo:

a) Sector en Explotación:

- Destape y acopio del suelo fértil.
- Extracción de material de interés.
- Acopio del material extraído.
- Clasificación del material extraído.
- Carga de camiones y transporte.

b) Sector en Remediación:

- Relleno con estériles de los frentes a remediar.
- Perfilaje de taludes.
- Distribución del destape.
- Escarificado del área de la cantera afectada.

c) Cierre de Cantera:

- Monitoreo con el fin de evaluar el grado de remediación de la cantera.

d) Maquinaria empleada en la explotación:

- Topadora.
- Cargadoras Frontales.
- Motoniveladora.
- Camiones batea 25 m³.

Se utiliza un escarificador/desgarrador montado en la parte trasera de una motoniveladora accionada de forma hidráulica para realizar la técnica de escarificado mecánico sobre las zonas abandonadas del sistema de explotación. La profundidad de los surcos es de 20-35 cm, con una distancia entre surcos de 55 cm y una altura de la cresta del escarificado de 5 cm.

Se adjunta al presente Proyecto de Investigación Aplicada, en Apéndice B – C – D, los criterios de Remediación y Explotación aplicados a las canteras estudiadas. Las mismas se encuentra regulada por el Decreto N°3699/97.-Implementacion de la Sección 2° del Título XIII del Código de Minería (T.O. Decreto. N° 456/97) “De la protección ambiental para la actividad minera” Anexo III.



Figura 16 – Escarificado sobre piso de cantera

Fuente: Fotografía recabada por Autor

Algunas de las canteras estudiadas, están próximas a su cierre productivo. Esto implica el retiro de la maquinaria fija/móvil, la remediación total mediante técnica de escarificado mecánico, y el cierre físico de los accesos.

Para el conjunto de canteras estudiadas, se observa una afectación directa sobre la superficie total asignada al conjunto de pertenencias de aproximadamente 36 hectáreas. En la actualidad, el 65% de la superficie que fue afectada por el sistema extractivo cuenta con avances en los procesos de rehabilitación.

Tabla 8
Resumen superficies explotación versus áreas remediadas

Denominación	Superficie afectada a explotación (Ha)	Superficie remediada o en vías de remediación (Ha)
Cantera 1	5 ha	2.5 ha
Cantera 2	0.80 ha	1 ha
Cantera 3	11.06	11.06
Cantera 4	8.85 ha	4.12 ha
Cantera 5	2.4 ha	2.4 ha
Cantera 6	7.7 ha	2 ha
Total	35.81	23.08

Fuente: Elaborada por Autor

Puede observarse en la Figura 17 – acopios de mineral (árido) producto de la explotación de la cantera, una zaranda, que se emplea con la finalidad de clasificar granulométricamente el mineral extraído a los fines de ser clasificado para sus diferentes usos dentro del Yacimiento.



Figura 17 – Vista Cantera en Explotación

Fuente: Fotografía recabada por Autor

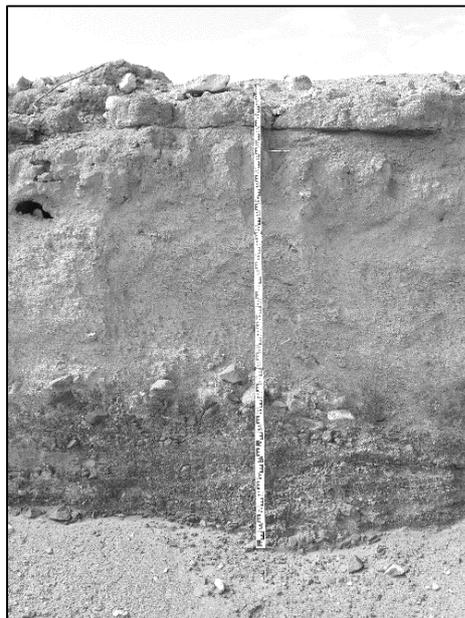


Figura 18 – Talud de un frente de explotación

Fuente: Fotografía recabada por Autor

Puede observarse en la Figura 18, un perfil de suelo completo de un frente de explotación activo. El mineral aprovechado es el comprendido entre los 40 y los 220 cm de profundidad. Los primeros 40 cm son considerados como destape de suelo fértil, y son acopiados en cordones, ubicados estratégicamente dentro del área de explotación.

✓ *Ganadería extensiva de caprinos.*

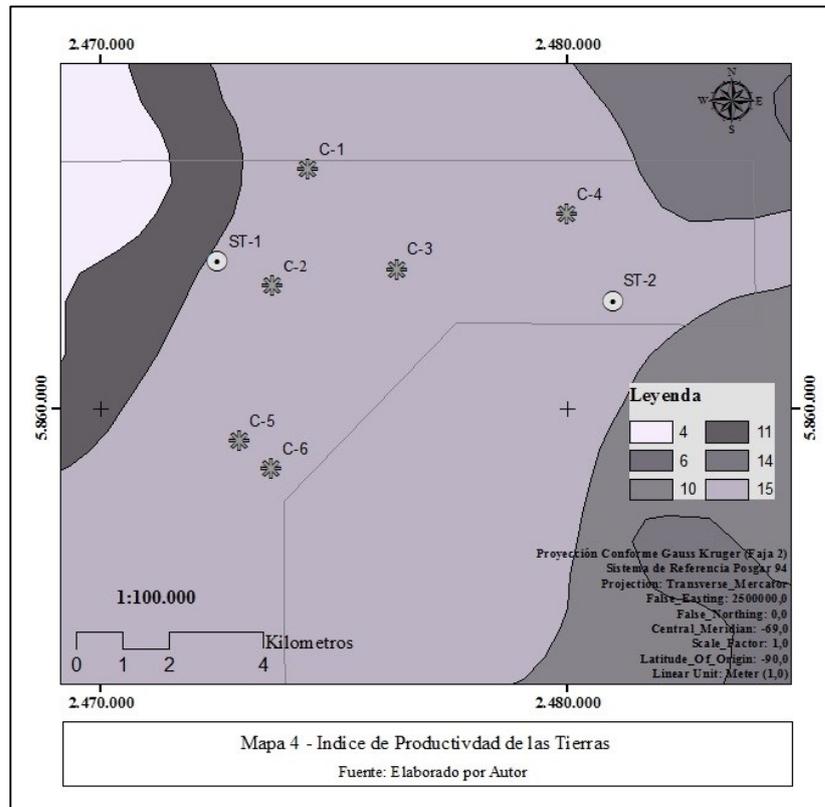
Las tierras presentan bajo potencial de carga animal (1 animal cada 10 /19 hectáreas), es una actividad de subsistencia realizada por pequeños productores llamados comúnmente crianceros. Se la denomina ganadería extensiva. Existen estudios relacionados a esta temática y sus antecedentes en la Patagonia respecto a la degradación del ecosistema, sus consecuencias directas sobre la desertificación por sobrepastoreo, que son estudiados por Instituciones como el INTA.

El índice de Productividad de las Tierras, es una valoración de la capacidad agrícola de las tierras, que realizará en el año 1989 el INTA. A mayor IP, mayor potencial productivo de las tierras.

Los sitios testigos muestreados como las canteras en estudio, están inmersas dentro de un ámbito de bajo potencial de productividad de las tierras.

Si se tiene presente la sinergia, el área puede ser caracterizada por presentar un Índice de Productividad de las tierras muy bajo a bajo, según la escala jerarquizada por el INTA, con valores del IP de 0 a 15.

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.



En tanto la rehabilitación puede verse fuertemente afectada por la estructura y composición propia de la cobertura vegetal y sus procesos eco-sistemáticos, como por la influencia de la infraestructura de superficie analizada en el presente tema.

Puede considerarse a los corredores biológicos, como soportes fundamentales de la estructura ecológica del sistema. Se observase que la riqueza de los atributos ecológicos decrece afectada por la infraestructura de superficie, desde los sitios testigos hacia las zonas escarificadas de mayor antigüedad y hacia las más recientes. La altura media de los estratos arbustivos refleja esta situación.⁸

⁸ Ver Figuras 22 a 33.

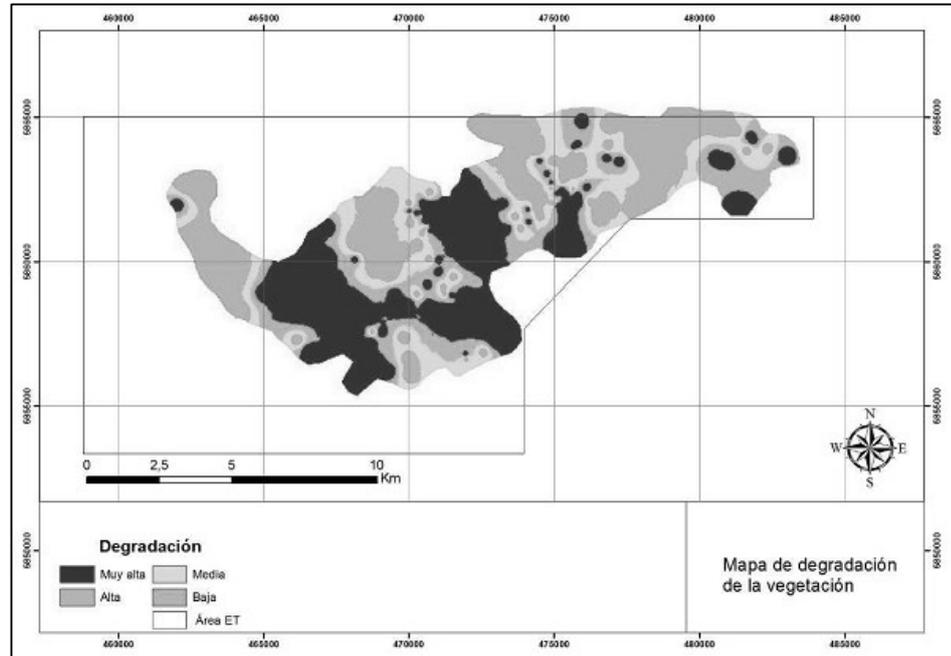
Las condiciones de pastoreo dentro del área de mayor infraestructura petrolera son de baja intensidad. La zona de afectación directa de las canteras, no cuenta con vegetación palatable, por lo que los animales de gran porte se retiran hacia las zonas naturales (sitios testigos). Pudo observarse en cercanías de los puestos de control de ingreso o egreso del yacimiento, especies de animales medianos como el zorro colorado de porte mediado a chico, en proceso de domesticación. Buscan en cercanías de estas áreas alimentos suministrados por el personal que allí se desempeña.

4.2 - Nivel de Degradación del Suelo

Basado en estudios desarrollados por la Universidad de Maimónides y la Universidad de Buenos Aires para el área (Zuleta et al, 2011), sobre rehabilitación Geo-Ecológica en ambientes degradados del Yacimiento en cuestión, se presenta un modelo preliminar del estado de conservación/degradación de la vegetación en el yacimiento en relación a la condición ambiental detectada como menos degradada. La hipótesis manifiesta que la infraestructura de superficie del yacimiento genera algún tipo de efecto negativo sobre la matriz natural que impacta sobre la diversidad de especies y la cobertura y altura de la vegetación.

En relación a este punto el patrón general de las áreas más alejadas, se encuentran en un estado mejor conservado. Esto indicaría por lo tanto que los procesos de rehabilitación ambiental pueden verse afectados por la infraestructura de superficie. Como se evidencia en la comparación efectuada entre los sitios testigos y los afectados

a la explotación minera, los procesos de rehabilitación se ven influenciados por la proximidad a zonas de alta infraestructura petrolera.



Mapa N° 5 – Degradación de la Vegetación.
Fuente: Zuleta et al. (2011).

Se considera (Zuleta et al, 2011) que todos los factores físicos y ecológicos que actúan sobre la estructura y composición del paisaje, se corresponden con una matriz natural original fragmentada por la alta densidad de infraestructura, con la particularidad de presentarse en parches o puntos de coyuntura, que se descomprimen en radios cortos, hacia sitios naturales sin afectación directa ni petrolera, ni minera.

La fragmentación del paisaje es alta en la mayor parte del yacimiento operativo, por lo que la conectividad e integridad del ecosistema natural está afectada y representa un factor de riesgo para la dispersión de semillas y para el establecimiento de poblaciones de animales autóctonos, particularmente especies cavícolas (Zuleta et al,

2011). Al quedar dividido el hábitat en parches tiende a albergar poblaciones aisladas y, eventualmente, pequeñas, aumentando así su vulnerabilidad a la extinción (Zuleta et al, 2011). Por tal motivo es necesario recomponer la conectividad entre áreas naturales a fin de favorecer el intercambio poblacional (Zuleta et al, 2011).

La degradación física del ambiente indica que la incidencia de los procesos de erosión/acumulación de sedimentos no se superpone con las áreas degradadas por las actividades de explotación petrolera (Zuleta et al, 2011).

Es decir, que los procesos naturales tienen una gran influencia el estado de degradación física del ambiente. En particular, los sitios con mayor susceptibilidad a ser afectados por procesos de erosión son la zona del campamento petrolero (Zuleta et al, 2011).



Figura 19 – Baterías en Yacimiento
Fuente: Fotografía recabada por Autor

La intensidad de los factores físicos naturales que actúan sobre el yacimiento a escala regional parece ser más relevante que los procesos de degradación locales provocados por la actividad petrolera (Zuleta et al, 2011).

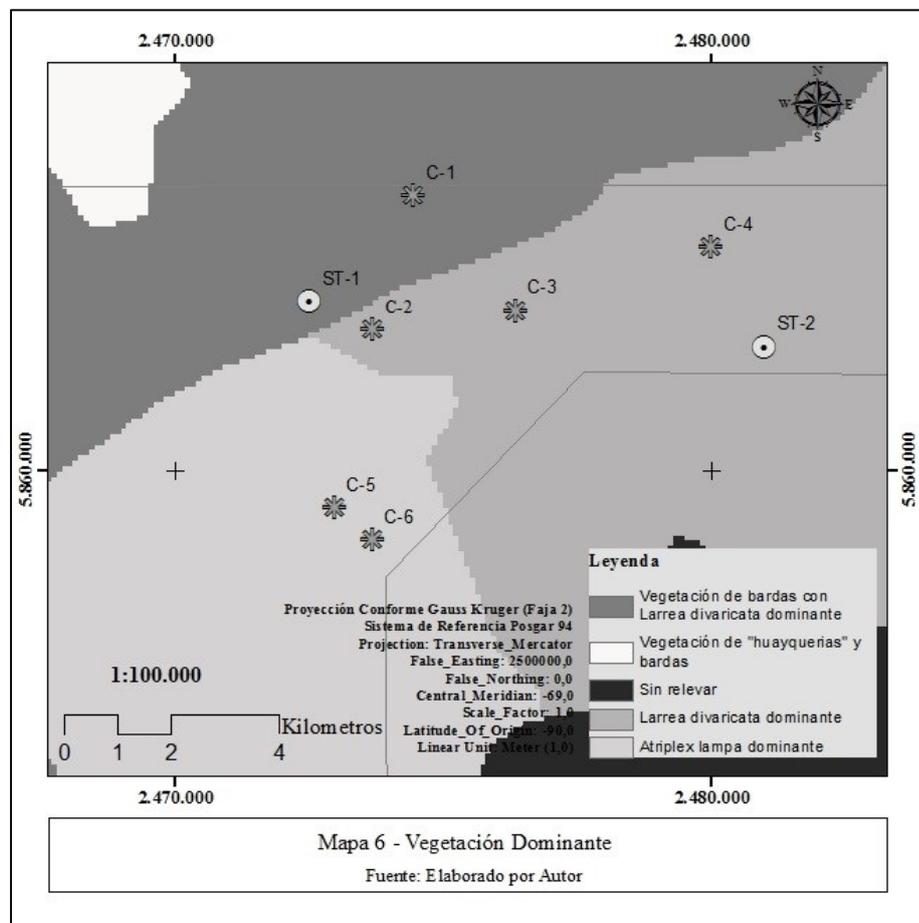
Por otra parte, el estado de conservación/degradación de la vegetación en el yacimiento en relación a los indicadores biológicos se encuentra parcialmente asociado a la densidad de infraestructura donde gran parte de los sitios con mayor índice de degradación se ubican en zonas con alta densidad de infraestructura (Zuleta et al, 2011).

Se observa sobre el ámbito en el que se puntualizó el desarrollo e investigación del presente PIA, una exposición baja a media en cuanto a la degradación de la cobertura vegetal, vinculada a la presencia de corredores biológicos claves ante la respuesta frente a disturbios, como a la intervención mediante técnica de escarificado sobre los frentes explotados. Propiciando el primero el banco de semilla que posibilita la aparición de especies vegetales de ciclo vegetativo corto, junto a la des-compactación mecánica del piso de cantera, favoreciendo la estructura y formación de montículos de arena, producto de la interacción de los agentes erosivos, principalmente del viento, como agente de transporte de particulado fino.

El proceso de des-compactación del suelo, posibilita la infiltración de las precipitaciones, que según detalle meteorológico, se han incrementado en el último período registrado.

4.3 – Cobertura Vegetal

A campo se pudo observar, que la vegetación responde a condiciones climáticas y edáficas propias del Monte Austral, agrupadas en asociaciones que conforman comunidades esteparias, predominando la estepa arbustiva o matorral, con distintos porcentajes de cobertura vegetal y de estratos de vegetación xerófila, mesófila o halófila, con la presencia casi constante de especies del género *Larrea* y *Prosopis* (Bayer et al. 2011).



Los estratos que poseen una mayor cobertura (aproximadamente el 40 %) son el medio y el bajo (0,5 a 1,5m). El estrato superior rara vez supera los 2,0m de altura siendo muy escaso, y el inferior (menos de 0,5) presenta entre un 10 y 20 % de cobertura (León et al. 1998).

Principales especies asociadas en sitios testigos:

Larrea divaricata y *Atriplex lampa* dominante. Esta unidad de vegetación es la que más superficie ocupa en el área de estudio, por lo que la mayoría de las canteras se hallan inmersas por esta matriz natural con influencia de algunas zonas de transición. La unidad comprende la estepa arbustiva media a alta conformada por la *Larrea divaricata* como especie dominante y *Atriplex lampa* como especie co-dominante. Junto a ellas se desarrollan diversas especies acompañantes. La altura media de la cobertura vegetal es de 1,20 m y se desarrolla generalmente en los piedemontes extendidos con suaves pendientes (5%) o sobre arenas planas, dominada por abanicos aluviales.

El primer estrato lo conforman *Larrea divaricata* y otras especies como *Bougainvillea spinosa*; es frecuente el acompañamiento de *Monttea aphylla* y *Larrea cuneifolia*. La altura media del estrato es de 1,50 m., entre los 0,70 y 1,00 m., se desarrolla el segundo estrato con la presencia característica de la *Atriplex lampa*. El Tercer estrato, entre 0,05 y 0,60 m., se encuentra formado por arbustos, subarbustos y gramíneas perennes. Es frecuente el tomillo (*Acantholippia seripihoides*), *Stipa*

speciosa y *Gutierrezia Solbrigii*; con menor frecuencia se observa *Cassia aphylla* y *Grindelia chilensis*. La cobertura de efímeras (0,05 m) es menor al 15%, siendo común el *Plantago patagónico*. (Morello 1965; León, 1998; Reichman 2003; Reichman et al. 2003).

Le siguen en nivel de importancia las unidades de vegetación asociadas e identificadas como: *Larrea divaricata* y *Larrea cuneifolia*, *Larrea. divaricata* y *Prosopidastrum angusticarpum*, *Suaeda divaricata* y *Larrea. Nítida* (León, 1998).

A continuación se presenta fotografías de los sitios testigos.



Figura 20 - Estepa de Larrea divaricata y Atriplex Lampa
Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.863.142 – Y: 2.472.460

En la figura 20, puede apreciarse el grado de cobertura vegetal del sitio testigo, de aproximadamente el 40 %, con presencia de estratos arbustivos medios y bajos. De

fondo se puede observar la presencia de un pozo petrolero, e infraestructura eléctrica del Yacimiento.



Figura 21 - Estepa de Larrea divaricata y Atriplex Lampa

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.863.142 – Y: 2.472.460

Figura 21, se puede observar la deposición de particulado fino, junto a la vegetación conformada en montículos de arena. Sobre margen izquierdo se aprecia infraestructura del tendido eléctrico que atraviesa el Yacimiento.

Puede observarse que la diversidad de especies es mayor a los sitios en proceso de rehabilitación, al igual que la altura del estrato arbustivo.

En figura 22, se muestra el efecto borde que genera la infraestructura vial estudiada por Autores regionales como Pérez, Zuleta, etc., que no fue abordado en el presente Proyecto de Investigación Aplicada de forma específica, pero que fuera analizado dentro del concepto de infraestructura de superficie dentro del Yacimiento.

Figura 23, se observa tendido eléctrico y algunos pozos petroleros ubicados en

los alrededores del sitio testigo.



Figura 22 - Estepa de Larrea divaricata y Atriplex Lampa
Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.860.581 – Y: 2.465.136



Figura 23 - Estepa de Larrea divaricata y Atriplex Lampa
Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.860.581 – Y: 2.465.136

Principales especies asociadas en canteras

Cantera N° 1 – Nor-Oeste del Yacimiento.

En la *Figura 24*, puede observarse la interacción de las actividades antrópicas, provistas de infraestructura vial, circulación de camionetas, camiones y demás vehículos destinados a la explotación hidrocarburífera, además de una zona que no ha sido alterada, y que funciona como un corredor natural del ecosistema del área.

La cobertura vegetal asociada se da con especies denominadas colonizadoras, con ejemplares de *Atriplex lampa*, *Acantholippia seriphioide*. Su porcentaje de cobertura vegetal es del 15 al 20 %, con baja diversificación. Esta cantera lleva un proceso de 4 años de revegetación natural, luego de la aplicación de la técnica de escarificado.

Se observan surcos en la superficie del suelo producto principalmente de la erosión hídrica debido a la intensidad de las precipitaciones, como erosión eólica. En este contexto las condiciones climáticas de los últimos dos años principalmente, ven modificadas los regímenes de precipitaciones para la zona, con pocas frecuencias de alta intensidad.



Figura 24 – Cantera N° 1

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.865.090 – Y: 2.474.301

Cantera N° 2: Centro del Yacimiento.

En las figuras 25 - 26, puede observarse el estado de rehabilitación de la cantera N° 2, donde se evidencia la técnica de escarificado, una cobertura de vegetación que ronda el 20 %, con *Atriplex lampa* como especie colonizadora, incluso en sectores donde ha quedado dispuesto en superficie material de rechazo producto de la explotación de la cantera (gravas de tamaños que oscilan 30cm, de color gris oscuro). También se aprecia la preferencia de la especie por las zonas de micro-montículos de arena, producto del efecto del viento como agente de transporte y deposición. Tiempo de rehabilitación 6 años.



Figura 25 – Cantera N° 2

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.862.592 – Y: 2.473.751



Figura 26 – Cantera 2-Vista Sur/Norte

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.863.142 – Y: 2.472.460

Canteras N° 3-4 – Este del Yacimiento.

Las condiciones de rehabilitación se estiman en 4 años desde la implementación de la técnica de escarificado, la cobertura vegetal no supera el 10%, se ve menos favorecida por la acumulación o depósitos de arena. Esta zona se ve fuertemente afectada por la densidad de infraestructura petrolera.



Figura 27 – Cantera N° 3

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.863.317 – Y: 2.481.032



Figura 28 – Cantera N° 4 - Vista Oeste

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.863.142 – Y: 2.472.460



Figura 29 – Cantera N° 4 – Vista Este

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.863.317 – Y: 2.481.032

Cantera N° 5-6 – Sur- Oeste del Yacimiento.

Se visualiza la incidencia de la acumulación de particulado fino relacionado directamente con la implantación de las especies colonizadoras (*A. lampa* y *Senecio sp*). La cobertura vegetal de estas canteras fue más cercano al 15%, y el tiempo estimado de rehabilitación estimado es de 4 años desde la aplicación de la técnica de escarificado. Se observó en sitios donde los rechazos del sistema de explotación, de tamaños medios (15-20cm) fueron suavizados, la instalación de vegetación (*Figura 30*) coincidente con la deposición de arena entre las gravas. En los anexos B – C - D, se recabó información acerca del sistema y la planificación de los sistemas de explotación en las canteras relevadas, como de la técnica de escarificado ejecutada.



Figura 30 – Cantera N° 5

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.859.893 – Y: 2.475.201



Figura 31 – Cantera N° 6

Fuente: Fotografía recabada por Autor
Proyección Gauss Kruger – Sistema Posgar 94 – X: 5.859.893 – Y: 2.475.201

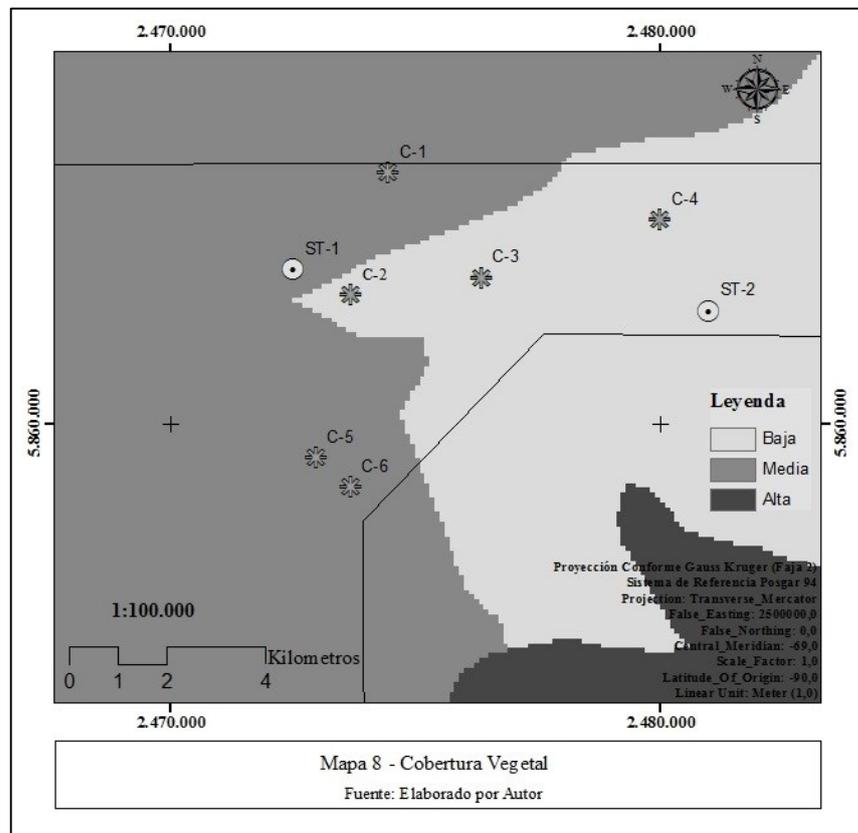
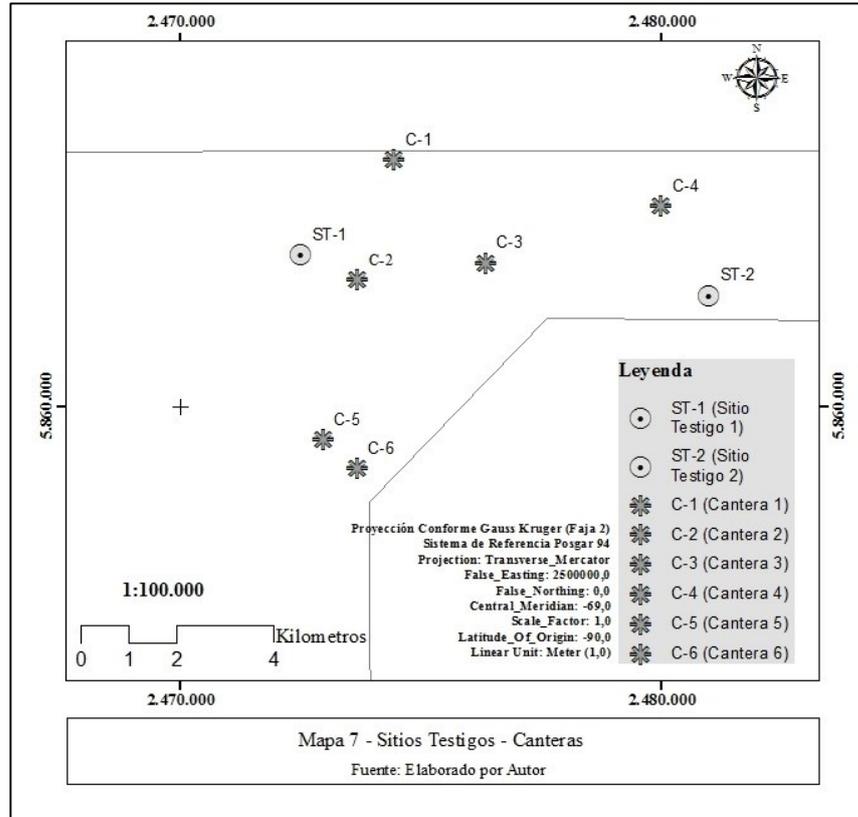
Resultados de Cobertura Vegetal

Tabla 9
Resultados Cobertura vegetal

Localización canteras	Cobertura Vegetal en %	Clasificación
Noroeste	15 al 20	MEDIA
Centro	20	MEDIA
Este	=<10	BAJA
Sureste	15	MEDIA

Fuente: Elaborada por Autor

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.



4.4 - Comportamiento agentes erosivos y factores climáticos

Dentro del área en que se encuentran inmersas las canteras en estudio, el viento cumple un rol importante participando activamente en la erosión de los sedimentos, formando abanicos aluviales, con depósitos de arena a sotavento. El resultado es la proliferación de geoformas de montículos de arena, en los que la vegetación se embanca, formando reparos que propician la instalación de semillas, y la posterior revegetación natural.

Dicho fenómeno puede verse en las figuras expuestas. En las mismas se evidencia sobre los surcos de la escarificación mecánica, los depósitos de arena, con el posterior arraigue de la vegetación. Situación que se observa también en los sitios testigos, como proceso natural, clave en la dinámica estructural y funcional de los sistemas áridos y semiáridos.



Figura 32 – Dinámica estructural de montículos arena
Fuente: Fotografía recabada por autor

Las principales limitantes evaluadas en el área se corresponden a condición climáticas, tipo de suelo, capacidad de intercambio catiónico, afloramiento rocoso, capacidad de retención de humedad, presencia de agentes erosivos, y drenaje.

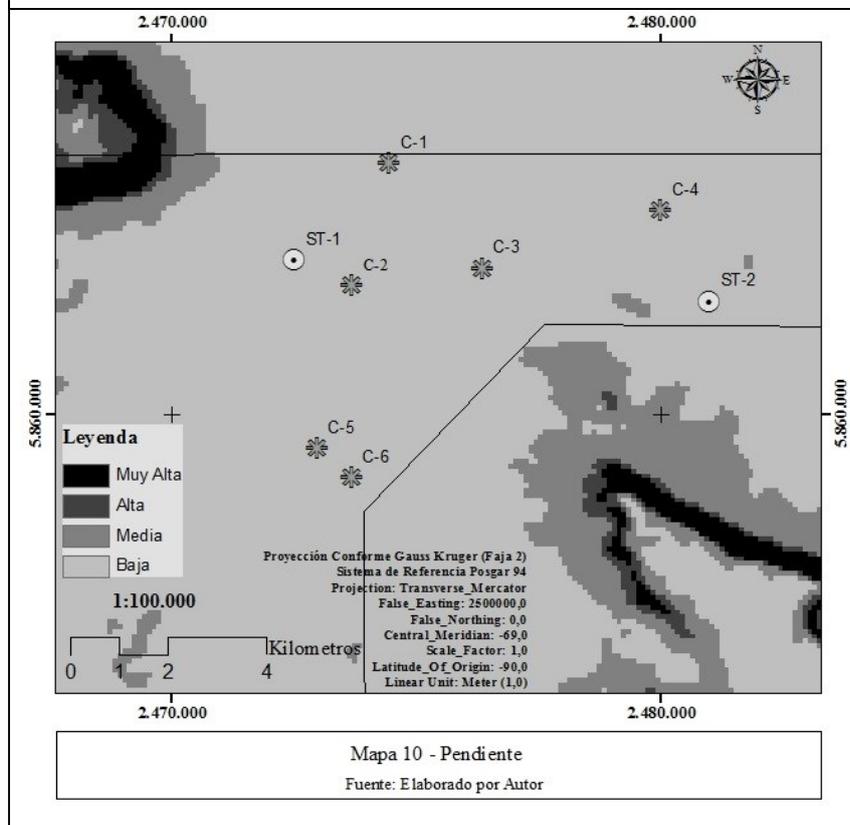
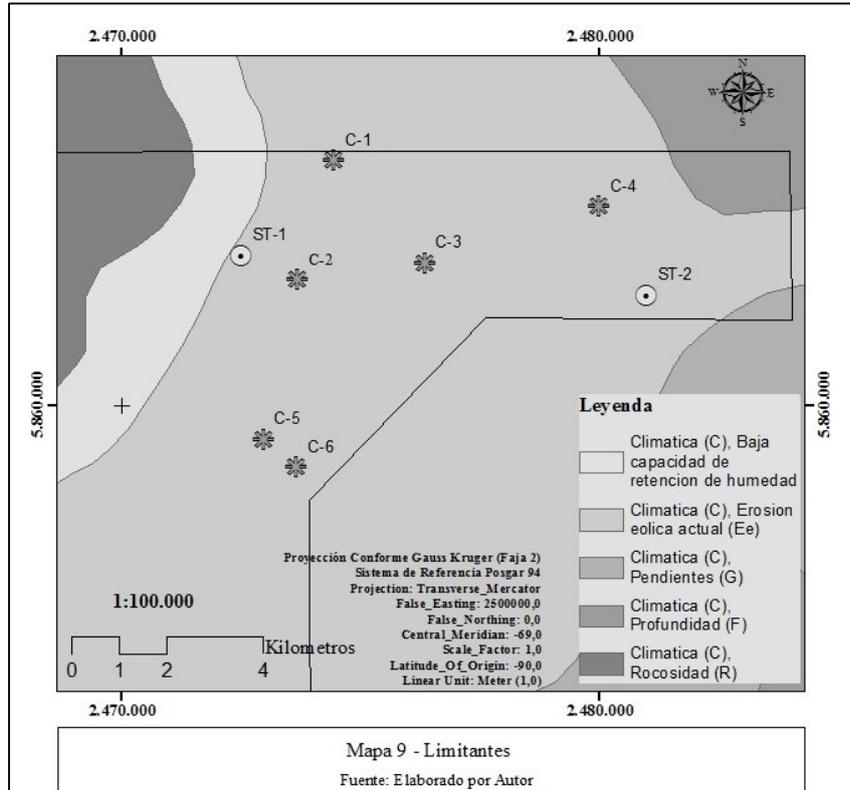
En mapa 10 puede visualizarse la disposición de las canteras en estudio, en zonas de pendiente suave. Este factor contribuye de manera primordial en la afectación directa de los procesos erosivos del ámbito de estudio.

Respecto del tipo de cobertura del suelo, la misma se enmarca en dos grandes ambientes, dominados por afloramientos rocosos, de escasa cobertura vegetal, y arenales con ripio y canto rodado, producto de la formación y geomorfología propia del área. Sobre estos últimos se localizan la mayor parte de las canteras que centran su interés en la extracción de minerales de 3° categoría.

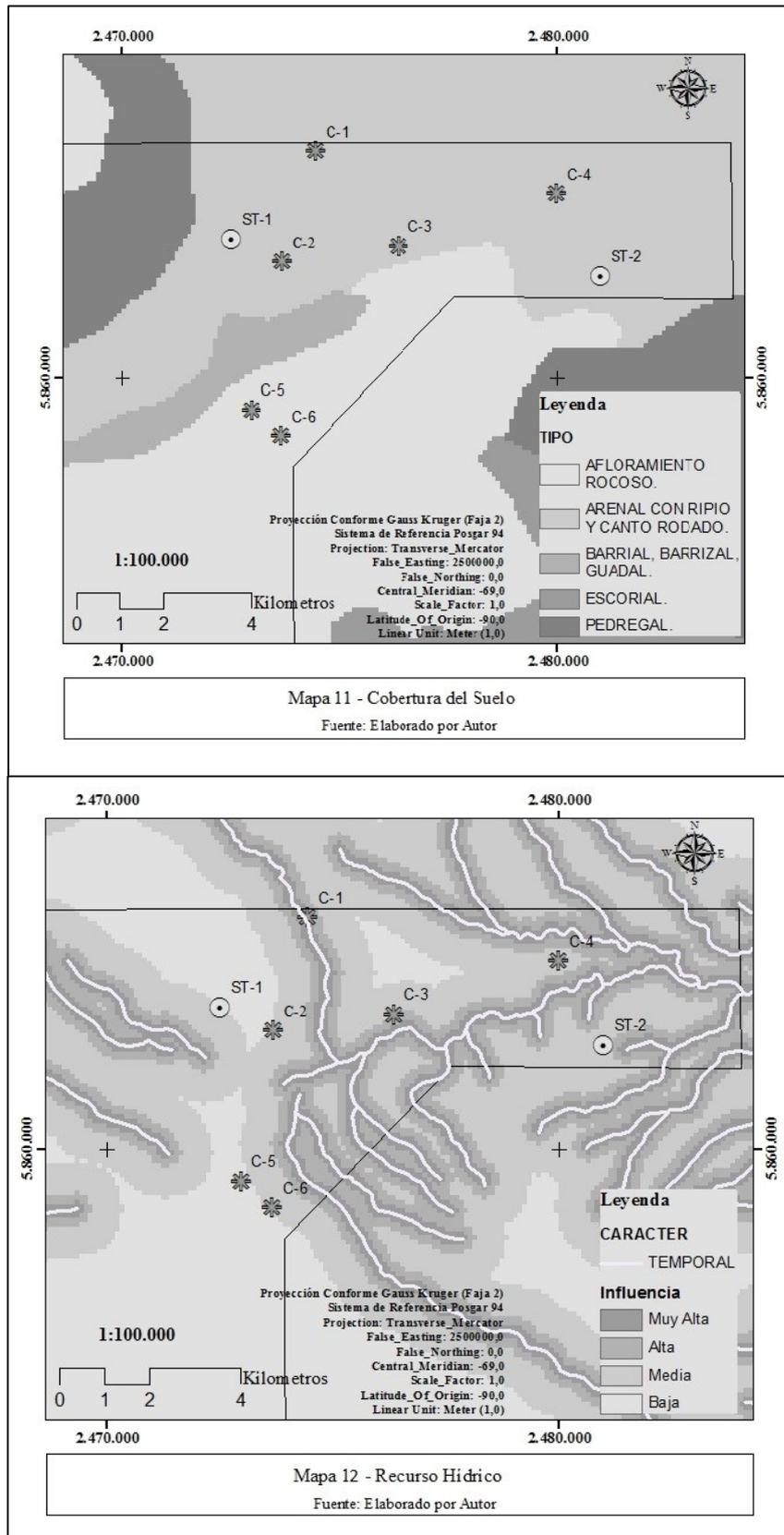
Las condiciones hídricas imperantes, manifiestan un drenaje centrípeto hacia zona de barreales, como consecuencia de eventos de precipitaciones intensas de corta duración, que drenan por cursos efímeros presentes en el área.

La zona de canteras como el Yacimiento, no cuenta con recursos hídricos permanentes en superficie

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.



Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.



Dentro de los supuestos sobre los que se postula esta investigación, se reconoce una identidad específica del entorno, característica de una región Bio-Climática sobre la que se enmarca la Diagonal Árida Neuquina. Donde sus particularidades de composición geomorfológica, edáfica, fisionómica, climática, y social, determinan atributos propios de causa-efecto, intrínsecos de los ambientes y los agentes de perturbación que aquí operan.

4.5 - Análisis Sensibilidad Ambiental

El mapa de sensibilidad ambiental que se utiliza para el análisis de las condiciones del entorno en el presente Proyecto de Investigación, surge de aplicar la metodología desarrollada en el curso “Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del medio ambiente” dictado por Rapacioli en la Universidad Nacional del Comahue, y del cual se ha transcripto algunos de los criterios de obtención y cálculo del índice de sensibilidad ambiental, y otros han sido adaptados a la zona de estudio.

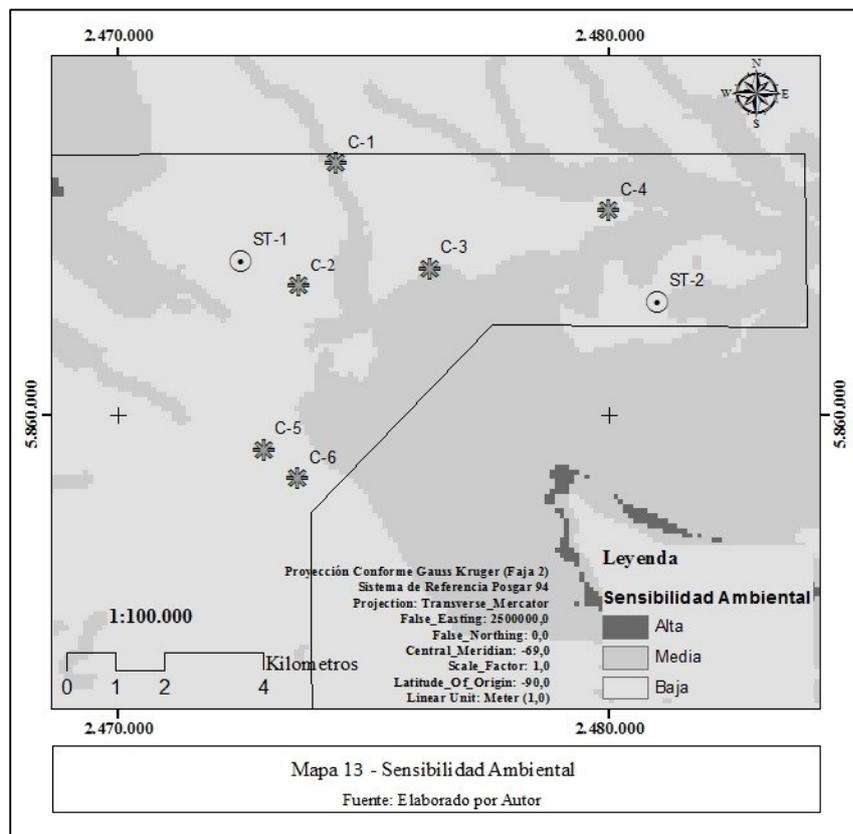
Del análisis ambiental efectuado al área, se puede estimar que las canteras estudiadas en el presente Proyecto de Investigación Aplicada, se encuentran inmersas en zonas de baja y media sensibilidad, lo que significa que el medio es resistente al cambio, y puede pre adaptarse a nuevas condiciones por intervenciones, dependiendo ésta de la tolerancia, del tipo de acción y de las características de los factores involucrados. Esto es en función de los diferentes factores que interactúan, como la presencia de corredores biológicos, la planificación en el manejo ambiental de las

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.

canteras, la afectación directa de la infraestructura petrolera, el banco de semillas presente en estas zonas y las condiciones climáticas imperantes.

En virtud de lo expuesto en el análisis e interpretación del Capítulo 4 – Resultados, se determina que el porcentaje de cobertura vegetal y la diversidad de especies, son los atributos ecológicos de mayor relevancia para la discriminación entre zonas de ambientes impactados por la actividad minera.

Igualmente aplicable para la actividad petrolera - gasífera, y ganadera extensiva en el noreste de la provincia del Neuquén.



Capítulo 5 – Conclusiones

La cobertura vegetal resultó ser un indicador ambiental de significancia para analizar la rehabilitación natural de las canteras en estudio, localizadas al noreste de la Provincia del Neuquén. Tanto la cobertura vegetal como la diversidad de especies, evidencian una tendencia de recuperación gradual, partiendo de canteras remediadas con técnica de escarificado mecánico.

En todas las canteras evaluadas, la especie *Atriplex lampa*, presentó la mayor contribución en la rehabilitación natural. Convirtiéndose en una especie clave en la colonización de ambientes degradados. En los primeros años (3-4) su incorporación es rápida, luego se vuelve progresiva la incorporación de especies tardías o climácicas del ecosistema del Monte Austral, como *L. divaricata*, *Prosopis ssp* o *P. angusticarpum* (6 a 10 años). Otras especies fueron, romerillo (*S. Subulantus*) seguido en menor medida por *H. argentea*. Se observó además un relevo de especies como jarilla hembra (*Larrea divaricata*) y la aparición de arbustos xerófilos climácicos del ecosistema del Monte Austral como alpataco (*Prosopis alpataco*). Acompañan arbustos como *J. Spathulata* y el subarbusto *G. chiloensis* (melosa). Todas las canteras analizadas, muestran valores de cobertura vegetal significativamente bajos respecto de los sitios de referencia o testigos. En este punto se contextualiza el tiempo como un factor determinante a futuro respecto de la evolución y adaptabilidad del sistema al entorno. Los resultados aportados en esta investigación se relevaron en un periodo relativamente corto (Años

2011-2016) en relación a los tiempos de rehabilitación de un ecosistema árido y semiárido que se estima en un periodo de superior a los 45 años.

Dado que la disponibilidad de los recursos claves (agua, nutrientes) es crítico en los ambientes áridos y semiáridos, los mismos condicionan el funcionamiento de los procesos naturales. Pudo observarse en correlación al incremento de precipitación de los dos últimos años, que el potencial semillero alojado en la los primeros centímetros del suelo, es potencialmente viable. En este sentido, reviste de gran importancia el sistema de explotación y el manejo ambiental que se planifique y ejecute en un proyecto minero, por cuanto el retiro de la cubierta vegetal en los primeros 20/30 cm de suelo, contienen el potencial semillero que posibilita la aparición tanto de las especies colonizadoras, como posteriormente de las especies de ciclo largo antes descriptas durante la etapa de rehabilitación.

En cuanto a la implementación de la técnica de escarificado, esta contribuye al desarrollo inicial de las comunidades vegetales al descompactar el sustrato, incrementado la infiltración del agua de lluvia y facilitando el desarrollo del sistema radicular. Aquí ocurre otro proceso específico de la dinámica de ecosistemas áridos y semiáridos, que otorga funcionalidad y estructura a estos ecosistemas, como lo es la formación de montículos de arena sobre los surcos dejados por el escarificado y que propician la instalación de semillas en dichas rugosidades, brindando protección, establecimiento y estabilidad a especies vegetales de ciclos largos. La participación de los agentes erosivos, especialmente del viento en el movimiento de partículas finas, como de la precipitación inusual de los dos últimos años, contribuyen

significativamente al sistema. Otro aspecto a considerar en estos sistemas, es la presencia de corredores o parches de vegetación que no se encuentran impactados directamente por actividades antrópicas. Especialmente porque mantienen las condiciones de micro-hábitat del ecosistema, otorgándole resiliencia al sistema.

Surge de este análisis temporal, la posibilidad de ver al ambiente de una perspectiva integral. Es decir a los efectos de comparar los sitios denominados testigos o de referencia, con los sitios en los que se practica algún método de rehabilitación o restauración, hay que tener presente que ellos también están cambiando en forma continua en función de cambios ambientales. Es en este punto donde el concepto de volver los ecosistemas a su estado original, podría ser interpretado desde otras perspectivas evolutivas. Claramente las interacciones y sus circunstancias varían según los lugares y de un tiempo a otro, por lo cual puede decirse que los ecosistemas no tienen un estado particular que pueda considerarse como “óptimo”. En todo caso, parece más justificable suponer que bajo un grupo dado de condiciones de estabilidad prevalecientes del medio físico y para lapsos relativamente largos, los componentes bióticos (plantas, animales, hongos y microorganismos), desarrollan una serie de interrelaciones cuyos resultados confluyen en una cierta apariencia del entorno, en una estructura general reconocible del ecosistema, en una composición particular de especies y, sobre todo, en una serie de funciones que se desarrollan, con cierta estabilidad y en una progresión más o menos clara, a través del tiempo. Por ello, aunque existen perturbaciones, mientras estas no rebasen un cierto límite, un ecosistema natural suele tener una trayectoria general más o menos definible. Los ecosistemas son entidades naturales que en función de su propia estructura, composición y

funcionamiento, tienen algún grado inherente de resistencia a ciertos cambios originados por perturbaciones. Por otra parte, esta respuesta del medio (avance de la cobertura vegetal), permite inferir que alteraciones relativamente modestas pueden ser absorbidas o “restauradas” de manera autónoma y eficaz por un ecosistema dado, el cual se reorienta hacia una trayectoria similar a la inmediata anterior al disturbio (resiliencia).

Resistencia y resiliencia son propiedades emergentes de los ecosistemas. Esto significa que no están presentes en los componentes por separado, sino que son propiedades únicas, propias del conjunto llamado ecosistema. Lo anterior permite a los ecosistemas un cierto grado de estabilidad. Este concepto sobre los sistemas áridos y semiáridos, generan nuevas perspectivas a tener en cuenta sobre la resiliencia de estos ecosistemas. Sin olvidar que un incremento en la extensión, la magnitud y la recurrencia de las alteraciones, rompen la resistencia y ocasionan que las capacidades de resiliencia (recuperación de la trayectoria) de un ecosistema sean insuficientes. Es así que cambios cuantitativos pueden desencadenar cambios cualitativos en los ecosistemas, que muchas veces resultan poco reversibles. Pero en casos de ese tipo, la intervención humana puede ser la única respuesta viable para intentar recuperar la mayor cantidad posible de los componentes originales, de la estructura y de las funciones de un ecosistema dañado. Es un principio simple de entender –aunque difícil de poner en práctica.

Referencias

- Aguiar, M & Sala, O (1994). *Competition, facilitation, seed distribution and the origin of patches in a Patagonian steppe*. *Oikos*. 70: 26-34.
- Aguiar, M & Sala, O (1998). *Interactions among grasses, shrubs, and herbivores in Patagonian grass-shrub steppes*. *Ecología Austral*. 8: 201-210.
- Aguiar, M & Sala, O (1999). *Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems*. *Trends in Ecology and Evolution*. 14 (7) 273-277.
- Asorey, C (2001). *Análisis de las características morfológicas de los montículos de arena y su relación con la vegetación en el área Agua Salada, Provincia de Río Negro*. Universidad Maimónides, Buenos Aires.
- Bainbridge, D (2007). *A Guide for Desert and Dryland Restoration*. New hope for Arid Lands. Island press. (2ª ed.). Washington. USA.
- Bestelmeyer, B., Trujillo, D., Tugel, A & Havstad, K (2006). *A multi-scale classification of vegetations dynamics in arid lands: What is the right scale for models, monitoring, and restoration?* *Journal of Arid Environments*. 65, 296–318.
- Brand, D., Ayesa, J y Lopez, C (2002). *Áreas ecológicas de Neuquén*. [Versión electrónica] Laboratorio de Teledetección – SIG - INTA EEA Bariloche.

Brown, G & Porembski, S (1997). *The maintenance of species diversity by miniature dunes in a sand-depleted Haloxylon salicornicum community in Kuwait*. Journal of Arid Environments, 37 (3), 461-473.

Bustamante Leiva A., Bunzli A y Zapp A (2001) *Estructura de la vegetación de planicies antiguas del río Neuquén (Argentina)*. XXI Reunión Argentina de Ecología, Bariloche.

Cabrera, A (1976) *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Buenos Aires

Castro, M.L (2012) *Cambios florísticos y regeneración temprana de estepas arbustivas semiáridas en locaciones petroleras escarificadas de NorPatagonia, Argentina*. Tesis de Maestría en Manejo Ambiental. Universidad Maimónides. Buenos Aires.

Castro M.L., Zuleta G.A., Ciancio M.E., Pérez A.A y Tchilinguirian P (2011) *Cambios florísticos y regeneración natural en locaciones escarificadas del Monte Austral Neuquino*. 1^{er} Taller Regional sobre Rehabilitación y Restauración en la Diagonal Árida de la Argentina, Octubre 2011, Neuquén, Argentina.

Ceccone E y Flores-Ramirez E (2014) *La restauración de corredores en paisajes fragmentados ¿Mejora la dinámica de las especies? Evidencias Experimentales*. Revista Experimentia. Revista de Transferencia Científica. (4), 11-23.

Chamochumbi, W (2005) *La resiliencia en el desarrollo sostenible: algunas consideraciones teóricas en el campo social y ambiental*. Lima, Perú.

Chapin III F, Matson P & Mooney H (2002) *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. (2ª ed.). Springer Verlag.

Ciancio M., Tchilinguirián .P, Castro M.L., Junges M.T., Pérez A.A., & Zuleta G.A (2011) *Regeneration of soils and microgeomorphology in rehabilitated oil/gas fields of Northern Patagonia. Argentina*. 4 th World Conference on Ecological Restoration. Mérida. México.

Ciano N., Nakamatsu V., Luque J, Amari M, Owen O & Lisono C (2000) *Revegetación de áreas disturbadas por la actividad petrolera en la Patagonia Extrandina (Argentina)*. XI Conferencia Internacional: Soil Conservation Organization (ISCO 2000). Buenos Aires. Argentina.

Clements F (1916) *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. Carnegie Int. Washington, pág 242-512.

Conesa Fernandez – Vítora V (1997) *Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Conesa Fernandez – Vítora V (2010) *Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. (4ª ed.) Madrid.

Coffin D.P & Lauenroth K (1996) Regional analysis of transient responses of grasslands to climate change. *Climate Change* 34:269-278.

Dalmaso A (2010) *Revegetación de áreas degradadas con especies nativas*. [Versión electrónica] Bol. Soc. Argentina. Bot. 45 (1-2): 149-171.

- Dalmasso A., Martínez Carretero E y Console O (2002) *Revegetación de áreas degradadas*. [Versión electrónica] Boletín de Extensión Científica 5. IADIZA.
- Dufrène M & Legendre P (1997) *Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach*. *Ecological Monographs*. 67 (3), 345-366.
- Freedman, B (1995) *The Ecology effects of Pollution, Disturbance, and other Stresses*. (2ª ed.). *Environmental Ecology*. Academic Press. San Diego, California, EE.UU.
- Galluscio A., Deregibus V & Paruelo M (1998) *Sustainability and range management in the Patagonian steppes*. [Versión electrónica] *Ecología Austral*. 8: 265-284.
- Hobbs R.J y Huenneke, L.F (1992) La perturbación, la diversidad, y la invasión: implicaciones para la conservación. *Biología de la Conservación*, 6 (3), 324-337.
- Hobbs R.J & Harris J (2001). *Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium*. *Restoration Ecology*, 9 (2), 239 -246.
- Hobbs R.J, Higgs E & Harris J (2009) *Novel ecosystems: implications for conservation and restoration*. *Trends in Ecology and Evolution*. 24 (11), 599-605.
- Homberg M & Zuleta G (2004) *Effects of severe degradation on soil seed bank of arid shrub steppes in Northern Patagonia, Argentina*. 16th. Annual International Conference of the Society for Ecological Restoration. Victoria, British Columbia. Canadá.

Instituto Botánico Darwiniano (2008) *Catálogo de Plantas Vasculares de la República Argentina*. Disponible en URL: <http://www.darwin.edu.ar/> [Acceso octubre 2015]

INTA (1969) *Flora Patagónica* (Rep. Argentina Monocotyledonae (excepto Graminae)). Colección Científica, Tomo VIII, parte II. Buenos Aires. Pág 219.

INTA (1971) *Flora Patagónica*. Colección Científica Compositae, Tomo VIII, parte VII. Buenos Aires. Pág 451.

INTA (1978) *Flora Patagónica* (Rep. Argentina) Graminae. Colección Científica, Tomo VIII, parte III. Buenos Aires. Pág 563.

INTA (1983) *Manual para la Recuperación de Áreas Erosionadas en la Patagonia*. Trelew. Pág. 101.

INTA (1984a) *Flora Patagónica* (Rep. Argentina) Dicotiledoneas dialipétalas (Salicáceas a Crucíferas). Colección Científica, Tomo VIII, parte IV a. Buenos Aires. Pág 559.

INTA (1984b) *Flora Patagónica*. Colección Científica. Dicotiledoneas dialipétalas (Droseaceae a Leguminosae). Tomo VIII, parte IV b. Buenos Aires. Pág 309.

INTA (1988) *Flora Patagónica*. Colección Científica. Dicotiledoneas dialipétalas (Oxalidaceae a Cornaceae). Tomo VIII, parte V. Buenos Aires.

Knapp R (1984) *Considerations on quantitative parameters an qualitative attributes in vegetation an phytosociological relevés*. In: Sampling methods and taxón analysis in vegetation sciencie T. Knapp. 77-100.

- Lamb D & Gilmour D (2009) *Rehabilitation and restoration of degraded forest: issues in forest conservation*. The World Conservation Union Gland, Suiza.
- León R., Bran D., Collantes M., Paruelo J y Soriano A (1998) *Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina*. *Ecología Austral*. 8, 125-144.
- Leopold L., Clarke F, Hanshaw B & Balsley J (1971) *A procedure for evaluating environmental impacts*. Circular 645. US Geological Survey. Washington, DC.
- Meffe, G.K. & C.R. Carroll (1994) *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, EE.UU.
- Peters D., Bestelmeyer B., Herrick J., Monger H., Fredrickson E & Havstad K (2006) *Disentangling complex landscapes: new insights to forecasting arid and semiarid system dynamics*. *Bioscience*. 56 (6) 491-501.
- Pérez D., Farinaccio F., González F., y Lagos L (2009) *Informe de avance del proyecto: Rehabilitación ecológica y protección de la biodiversidad en canteras abandonadas con disturbio severo*. Auca Mahuida, Neuquén, Argentina.
- Pérez D., Rovere A y Farinaccio F (2010) *Rehabilitación en el desierto. Ensayos con plantas nativas en Aguada Pichana, Neuquén, Argentina*. Vazquez Mazzini Editores.
- Picketts S & White P (1985) *The Ecology on Natural Disturbances and Patch dynamics*. Academic Press. New York, EEUU.

- Reichmann L.G (2003). *Indicadores florísticos de regeneración ecológica e explanadas petroleras abandonadas del Monte Austral*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Buenos Aires.
- Rovere A (2006) *Cultivo de Plantas nativas Patagónicas: árboles y arbustos*. Capital Federal. Editorial Caleuche.
- Rovere A.E y Echeverría C (2008) *Conceptos de Restauración Ecológica, Metodología y Antecedentes en Nothofagus*. Eco-nothofagus, Esquel, Argentina.
- Sánchez O., Peters E., Márquez-Huitzil R., Vega E., Portales G., Valdez M y Azuara D (2005) *Temas sobre restauración ecológica*. [Versión electrónica] (1ª ed.) SyG Editores. México.D.F.
- Schlesinger W., Reynolds J., Cunningham G, Huenneke L, Jarrell W, R Virginia & Whitford W (1990) *Biological feedbacks in global desertification*. Science. 247 (4946) 1043-1048.
- Smith M., Knapp A & Collins S (2009) *A framework for assessing ecosystem dynamics in response to chronic resource alterations induced by global change*. Ecology. 80 (12) 3279-3289.
- SER (2004) The SER International Primer on Ecological Restoration. *Society for Ecological Restoration, Science & Policy Working Group*. Disponible en URL: <http://www.ser.org> [Acceso noviembre 2015]
- Stewart-Oaten A., Murdoch W.W & Parker K.R (1986) *Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time?* Ecology. 67 (4) 929-940.

Tewksbury J., Levey D., Haddad N., Sargent S., Orrock J., Weldon A., Danielson B., Brinkerhoff J., Damschen E., & Townsend P (2002) *Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes*. Proceedings of the National Academy of Sciences. 99 (20) 12923-12926.

UMSEF – *Unidad de Manejo de Sistema de Evaluación Forestal* – Dirección de Bosques, Edición septiembre 2003. Disponible en URL: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PBVyAP/File/A1/Atlas/07_monte.pdf [Acceso marzo 2016]

Wilson A., Tongway D., Graetz R & Young M (1984) *Range inventory and monitoring*. CSIRO Australia. East Melbourne.

Zuleta G.A y Reichmann L.G (2013) *Indicadores ambientales en ecosistemas semiáridos degradados por prácticas petroleras en Norpatagonia ¿Matrices de Impacto o comunidades vegetales?* Editores Vazquez Mazzini.

Zuleta G.A, Tchilinguirían P, Castro M, Cianco M, Pérez A, Escartín C y Schell D (2011) *Rehabilitación geo-ecológica en ambientes degradados del Yacimiento “El Trapial”, Neuquén. Etapa I: bases para la planificación integral. Informe Final para Chevron Argentina*. Universidad Maimónides, Buenos Aires.

Zuloaga F.O., Morrone O y Belgrano M.J (2009) *Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur*. Disponible en URL: www.darwin.edu.ar [Acceso noviembre 2015]

Figura N° 11: recuperado de <http://www.ecoregistros.org/site/revista.php>

Anexos

Anexo A – Carta de no plagio – Proyecto de Seminario Final

Anexo B – Criterios Generales de Remediación de las Canteras en Estudio

Anexo C – Criterios Generales de Explotación de las Canteras en Estudio

Anexo D – Criterios Específicos de Explotación Minerales de 3° Categoría

Anexo E – Principales instrumentos normativos

Anexo D – Curriculum Vitae

Anexo A



Córdoba, 18 de diciembre del 2015

A la Responsable | Acreditación y Calidad Académica

Lic. Marcela Tello

A la Responsable del Área Trabajos Finales de Graduación

Dip. Ana Porta

De mi mayor consideración:

La que suscribe estudiante de la *Licenciatura en Gestión Ambiental (MTD)*, *CORRADINI CLAUDIA RAQUEL*, DNI: 30.587.923, LEG: VAMB00411; se dirige a Ud. a los efectos de solicitarle tenga a bien recibir esta nota como anexo de la presentación de mi proyecto para Trabajo Final de Graduación.

De acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Educación de la Nación, declaro en esta nota que el proyecto del Trabajo Final de Graduación realizado y presentado para su evaluación y corrección, es copia fiel de la producción original de quien suscribe.

Así mismo, declaro en la presente que el contenido total que el trabajo contempla es de autoría propia y respeta el formato de cita APA adoptado por la Institución.

Estando de pleno conocimiento de las sanciones dispuestas para los casos de copia dadasa y/o plagio por el Reglamento Institucional.

Firma

Corradini Claudia Raquel

Aclaración

Mail personal: claudiacorradini@gmail.com

Teléfono celular personal: 02942/15-470189

1 | Página

Referencias:

MTD: Modalidad Tutorial a Distancia – ED: Educación a Distancia

MP: Modalidad Presencial – MS: Modalidad Senior – MRIV: Modalidad Río Cuarto

Anexo B

Criterios Generales de Remediación de las Canteras en Estudio

✓ *Disposición de estériles y relleno de taludes.* Los estériles provenientes de los actuales frentes de explotación son utilizados como relleno, con el fin de lograr los ángulos de inclinación adecuados. Esta labor se realiza con cargadora frontal.

✓ *Perfilaje de taludes.* Se trabaja sobre los frentes abandonados con maquinaria, siendo el objetivo lograr ángulos de taludes finales iguales o inferiores a los 30°. Estas pendientes no solo favorecen el establecimiento de vegetación sino también la reducción del efecto erosivo del viento y principalmente del agua de lluvia. El acordonamiento del destape permitirá que a medida que avance la explotación los taludes puedan ser remediado. Esta labor se puede realizar con la topadora, cargadora o motoniveladora.

✓ *Distribución del destape.* Una vez obtenida las pendientes de los taludes deseadas se procede a distribuir el destape. Esta labor se hace en dos etapas. La primera, una vez perfilado los taludes se proceda a la distribución del destape sobre el mismo pudiéndose realizar con cargadora. Esta actividad se desarrolla de forma simultánea a la explotación, ocupando los tiempos muertos de las máquinas. La segunda etapa, consiste en la distribución del material sobre la totalidad del área a remediar y se realiza con la cargadora, topadora y/o motoniveladora.

✓ *Escarificado.* Esta técnica mecánica es utilizada con el propósito de potenciar la revegetación del sector, se procede a escarificar el talud una vez distribuido el destape. Esta labor se realizará mediante el uso de motoniveladora.

Anexo C

Criterios Generales de Explotación de las Canteras en Estudio

✓ *Destape:* se realiza el destape (extracción de los primeros centímetros de suelo fértil) por medio de topadora D8, para luego ser acopiado, el mismo no supera los 4m de altura. En el área el destape de suelo fértil es de aproximadamente 20 cm, correspondiente al anclaje radicular de la vegetación.

El destape tiene la finalidad de ser usado como suelo con reserva de semilla, acopiado para dar inicio al proceso de remediación una vez finalizada la extracción del frente de explotación en curso actualmente. Se evita mezclarlo con los áridos del proceso extractivo.

✓ *Extracción del árido y Acopio:* La extracción del material se realiza mediante el uso de la topadora. Esta empuja el material desde la parte superior del frente hacia el interior. Mediante el uso de un plano inclinado se clasifica granulométricamente el material extraído y se procede a la formación de los acopios.

✓ *Carga y Transporte:* el material es cargado en camiones batea de 23 m³ y 18 m³, por medio de la cargadora frontal.

Anexo D

Criterios Específicos de Explotación de Minerales de 3° Categoría.

- ✓ Se utilizan los caminos y accesos ya existentes para la circulación de la maquinaria y todo vehículo que ingrese a la cantera.

- ✓ Se transita únicamente por lugares que sean necesarios para el desarrollo de la explotación. Las canteras poseen sólo una vía de acceso.

- ✓ En el caso de que el área a explotar no disponga del material o el mismo no presente las características de calidad buscada, las mismas no serán disturbadas y serán consideradas como zonas generadoras de semillas y de protección del suelo, disminuyendo la incidencia del viento sobre la superficie expuesta producida por el movimiento de suelo durante la explotación.

- ✓ La explotación se llevará a cabo mediante franjas de aproximadamente 200 m de largo, y 50 m de ancho. Estas bermas permitirían la maniobra de las máquinas durante la explotación de los frentes y acopio del material. La altura de cada franja será inferior a los 4m, que representa el espesor promedio medido del conglomerado. Una vez finalizada la extracción de material en una franja, se abandonará la misma, realizando en forma paralela la remediación del frente en abandono, y el comienzo de la siguiente franja. De esta manera serán simultáneas la remediación y la explotación de la cantera.

- ✓ El material será extraído por camiones batea, desde la cantera hacia el destino.

- ✓ Se cumplirá estrictamente con las medidas declaradas en el Plan de Manejo Ambiental.
- ✓ Se evitará dañar/eliminar innecesariamente la vegetación aledaña durante las actividades extractivas y el acondicionamiento de accesos.
- ✓ Se evitará dañar/perturbar las especies animales, en especial las mencionadas como vulnerables y/o protegidas.
- ✓ Se tendrá presente ubicar los acopios que pudieran surgir, tanto de material útil como de estériles, de manera tal que no interfieran con el escurrimiento natural del área en cuestión.
- ✓ Se llevará a cabo una explotación ordenada, que permita la rehabilitación simultánea al abandono de los frentes de trabajo. Bajo ninguna circunstancia quedarán sectores sin remediar.
- ✓ Se extremarán las medidas de manejo de residuos, combustibles, lubricantes y cualquier otra sustancia que derramada pudiera ocasionar contaminación del suelo/agua.
- ✓ Se dará aviso inmediato a la Autoridad de Aplicación, como se indicara en el IIA, ante cualquier hallazgo paleontológico, histórico y/o arqueológico según la ley 2184.

Anexo E

En la Provincia del Neuquén es la Secretaria de Estado de Ambiente y Desarrollo Sostenible creada por Ley 2841, y promulgada por Decreto N° 05/2013, modificatoria de la Ley de Ministerios N° 2798, la que rige como Autoridad de Aplicación máxima en temas inherentes al ambiente.

La creación de esta Secretaria de Estado, conlleva a la jerarquización institucional con mayor independencia funcional, administrativa, presupuestaria y en la ejecución de las misiones y funciones que deben desarrollarse para la protección y conservación del ambiente y en modo especial la calidad de vida de los habitantes de la provincia, en el marco de la política ambiental del Gobierno Provincial, según criterios de desarrollo sostenible que articulan y armonizan objetivos de desarrollo productivo, equidad social y preservación ambiental.

En su página web se encuentran detallada la normativa vigente. Link:

<http://www4.neuquen.gov.ar/ma/main.php>

Leyes Nacionales. Link:

<http://www4.neuquen.gov.ar/ma/normativa/norm04.php>

Leyes Provinciales. Link:

<http://www4.neuquen.gov.ar/ma/normativa/norm02.php>

Decretos Provinciales. Link:

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.

<http://www4.neuquen.gov.ar/ma/normativa/norm01.php>

Resoluciones. Link:

<http://www4.neuquen.gov.ar/ma/normativa/norm05.php>

Anexo F

Curriculum Vitae

✓ *Datos Personales*

Apellido y nombres: Corradini Claudia Raquel

DNI: 30.587.923

Nacionalidad: Argentina

Fecha de Nacimiento: 11 de noviembre de 1.983

Edad: 32 años

Estado Civil: Casada

Domicilio: 12 de Julio y Pesqueira - Zapala - Neuquén (8340)

Teléfonos: (02942) 422644 (02942) 15470189 (02942) 15402906

E-mail: claudiacorradinir@gmail.com

C.U.I.L: 27-30587923-7

REPPSA: 497/15

✓ *Formación Profesional*

Licenciada en Gestión Ambiental. Universidad Empresarial Siglo 21. Cursando en la actualidad. 2016

Máster en Calidad - Medio Ambiente y Sistemas Integrados de Gestión.

Auditor Interno en Sistemas de Gestión de Calidad ISO 9001:2008

Auditor Interno en Sistemas de Gestión Medioambiental ISO 14001:2004.

Posgrado en Calidad y Medio Ambiente.

Carga horaria 650 hs homologadas. AENOR. Asociación española de Normalización y Certificación. Servicios Normativos SA. Sucursal Bs. As. Central. 2011

Técnico Universitario Forestal - Asentamiento Universitario San Martín de los Andes. (A.U.S.M.A) Universidad Nacional del Comahue. Febrero de 2002 a diciembre de 2004.

✓ *Matrículas*

Apoderado Minero N°38. Registrado en la Autoridad Minera de Primera Instancia de la localidad de Zapala. (AMPI).

RePPSA / Registro Provincial de Prestadores de Servicios Ambientales N° 497/15, Otorgado por la Secretaria de Estado de Recursos Naturales Subsecretaría de Medio Ambiente de la Provincia del Neuquén, Fecha de vencimiento 18 / 10 / 2017, Educación Ambiental. Desarrollo, implementación, y auditorías internas de sistemas de Gestión (ISO 9001; ISO 14001) y a los alcanzados por las incumbencias de los títulos profesionales alcanzados.

✓ *Cursos – Posgrados - Especializaciones*

Curso “*Sistema de Información geográfica aplicada a la gestión Ambiental*” - 60 hs. GEASIG—2015.

1° Jornada Ambiental Comahue— Organizada por el IAPG— “*Desafío y compromiso para un desarrollo Sustentable*”. Neuquén noviembre 2014

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.

Curso: “SIG—Sistema de Información Geográfico –Software libre”- UNICEN—Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 80 hs. 2014.

Posgrado: “Evaluación de Pastizales Naturales”. Universidad Nacional del Comahue – Facultad de Ciencias Agrarias – INTA Bariloche – EPDA Neuquén – Centro PYME ADENEU. 40 hs. 2014

Curso: “Planificación de Cuencas Forestales”. Dictado por M. Sc. Braier Gustavo. Carga horaria 12 hs. Marzo 2011.

Curso: “Capacitación sobre Formulación y Evaluación de Proyectos”. Realizado en el marco de las Iniciativas Provinciales de Fortalecimiento Institucional. BIRF 7520 AR. Componente Bosque Nativo y su Diversidad Proyecto Manejo Sostenible de los Recursos Naturales. CIEFAP – Ministerio de Desarrollo Territorial, Provincia del Neuquén. Carga Horaria 55 hs. Octubre 2010.

Posgrado: “Conflictos ambientales: Planificación, Mediación y Negociación”. FUNDeSUR. Fundación para el Desarrollo del Sur Argentino. Centro de Estudios de Posgrado y Educación Continua en convenio con la Facultad Latinoamérica de Ciencias Sociales FLACSO. Modalidad Virtual. Carga horaria 55 hs. Abril de 2010 – Agosto 2010.

Curso de Formación Profesional: *Docencia Para Profesionales*. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Humanidades y Ciencias Centro Multimedia de Educación a Distancia. 2009.

✓ *Talleres*

“II Taller Regional sobre Rehabilitación y restauración en la Diagonal Árida de la Argentina”. 23 - 24 - 25 Octubre 2013, Mendoza Argentina.

ANEXO E – FORMULARIO DESCRIPTIVO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR Y DIFUNDIR TESIS DE POSGRADO O GRADO A LA UNIVERIDAD SIGLO 21

Por la presente, autorizo a la Universidad Siglo21 a difundir en su página web o bien a través de su campus virtual mi trabajo de Tesis según los datos que detallo a continuación, a los fines que la misma pueda ser leída por los visitantes de dicha página web y/o el cuerpo docente y/o alumnos de la Institución:

Autor-tesista <i>(apellido/s y nombre/s completos)</i>	CORRADINI CLAUDIA RAQUEL
DNI <i>(del autor-tesista)</i>	30.587.923
Título y subtítulo <i>(completos de la Tesis)</i>	Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador de la rehabilitación natural en canteras en el Noreste de la Provincia del Neuquén.
Correo electrónico <i>(del autor-tesista)</i>	claudiacorradinir@gmail.com
Unidad Académica <i>(donde se presentó la obra)</i>	Universidad Siglo 21
Datos de edición: <i>Lugar, editor, fecha e ISBN (para el caso de tesis ya publicadas), depósito en el Registro Nacional de Propiedad Intelectual y autorización de la Editorial (en el caso que corresponda).</i>	Zapala, Provincia del Neuquén Corradini Claudia Diciembre 2016

Universidad Siglo 21
Valoración del grado de cobertura vegetal como indicador
de la rehabilitación natural en canteras en el
Noreste de la Provincia del Neuquén.

Otorgo expreso consentimiento para que la copia electrónica de mi Tesis sea publicada en la página web y/o el campus virtual de la Universidad Siglo 21 según el siguiente detalle:

Texto completo de la Tesis <i>(Marcar SI/NO)^[1]</i>	SI
Publicación parcial <i>(Informar que capítulos se publicarán)</i>	

Otorgo expreso consentimiento para que la versión electrónica de este libro sea publicada en la en la página web y/o el campus virtual de la Universidad Siglo 21.

Lugar y fecha: ZAPALA, 12 DE DICIEMBRE DEL 2016

Firma autor-tesista

Aclaración autor-tesista

Esta Secretaría/Departamento de Grado/Posgrado de la Unidad Académica: _____ certifica que la tesis adjunta es la aprobada y registrada en esta dependencia.

Firma Autoridad

Aclaración Autoridad

Sello de la Secretaría/Departamento de Posgrado

[1] Advertencia: Se informa al autor/tesista que es conveniente publicar en la Biblioteca Digital las obras intelectuales editadas e inscriptas en el INPI para asegurar la plena protección de sus derechos intelectuales (Ley 11.723) y propiedad industrial (Ley 22.362 y Dec. 6673/63). Se recomienda la NO publicación de aquellas tesis que desarrollan un invento patentable, modelo de utilidad y diseño industrial que no ha sido registrado en el INPI, a los fines de preservar la novedad de la creación.