

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



“RESTAURACIÓN DE ZONAS ALTO ANDINAS DEL DERECHO DE VÍA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS POR DUCTO DE PERÚ LNG”

Presentado por

Pierre Arnaldo Cervera Dominguez

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de

INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2017

Dedicatoria

Dedicado a Dios Todopoderoso y a las memorias de mi abuelita amada Juana Chávez “Juanachita” y mi tío Pedro Luis “Papo”.

Agradecimiento

A Dios por ser mi roca firme y guiarme en cada paso para cumplir esta meta.

A mis padres Ramón Cervera y Estela Domínguez y hermanos Fiorella y Jordy por su constante aliento, apoyo y amor incondicional.

A JoAnnie Merino por estar siempre a mi lado animándome a dar lo mejor de mí, brindándome de su tiempo, comprensión y apoyo, lo cual valoro enormemente.

Al profesor Ignacio Lombardi, mi asesor en esta etapa, cuya experiencia y sabiduría fueron vitales durante mi formación académica y en el proceso de titulación.

A los miembros del jurado, los profesores Carlos Reynel, Carlos Vargas y Julio Canchucaja, ejemplares profesionales y docentes, cuyas recomendaciones fueron de mucha importancia para obtener este título.

A PERU LNG y Hunt LNG por la confianza y oportunidad laboral brindada y a sus excelentes profesionales Dante Diaz, Cristiam Oriundo, Eduardo Caillaux, Adriana Ferreyra, Bruno Valdez, Giovanni Champin, Carolina Casaretto y Pablo Taborga, de quienes aprendí muchísimo y compartí buenos momentos haciendo lo que me gusta.

Restauración de zonas alto andinas del Derecho de Vía del sistema de transporte de gas por ducto de PERU LNG

1.	Introducción	3
2.	Antecedentes	3
3.	Métodos	4
3.1	Ubicación, extensión y límites	4
3.2	Objetivos del trabajo de restauración	8
3.3	Evaluación del estado del DdV	8
3.3.1	Monitoreo de efectividad de campañas de restauración y estado del DdV	9
3.3.1.1	Parámetros evaluados	10
3.3.2	Interpretación de imágenes satelitales del DdV	15
3.3.2.1	Presentación de resultados y clasificación de la cobertura vegetal	15
3.4	Criterios de selección de áreas a intervenir	17
3.5	Técnicas ejecutadas durante los trabajos de restauración	19
3.5.1	Mejoramiento de suelos	19
3.5.2	Trasplante de plantas nativas	20
3.5.3	Siembra con pastos de especies naturalizadas	22
3.5.4	Control de plantas pioneras	23
3.6	Supervisión durante la ejecución de trabajos de restauración	24
4.	Desarrollo de las campañas de Restauración y sus resultados	25
4.1	Campaña de Restauración 2012 – 2013	25
4.1.1	Evaluación del estado del DdV	25
4.1.2	Criterios de selección de zonas a trabajar	27
4.1.3	Planificación y metas de la campaña de restauración 2012 – 2013	27
4.1.4	Implementación de la campaña	28
4.1.5	Resultados	30
4.2	Campaña de Restauración 2013 – 2014	32
4.2.1	Evaluación del estado del DdV	32
4.2.2	Criterios de selección de área a intervenir	34
4.2.3	Planificación y metas de la campaña de restauración 2013 – 2014	35
4.2.4	Implementación de la campaña	36

4.2.5	Resultados.....	38
4.3	Campaña de Restauración 2014 – 2015	40
4.3.1	Evaluación del estado del DdV.....	40
4.3.2	Criterios de selección de áreas a intervenir.....	43
4.3.3	Planificación y metas de la campaña de restauración 2014 - 2015.....	44
4.3.4	Implementación de la campaña.....	44
4.3.5	Resultados.....	45
4.4	Progreso de la restauración del DdV	48
5.	Conclusiones y aprendizajes	52
6.	Bibliografía	56
7.	Anexos.....	57
8.	Glosario de términos.....	65

1. Introducción

PERU LNG es un proyecto que comprende un gasoducto que inicia en el Centro Poblado Chiquintirca, Ayacucho pasando por Huancavelica, Ica y Lima hasta llegar a la Planta de licuefacción de gas natural Melchorita, ubicada en kilómetro 169 de la carretera Panamericana Sur. En la Planta de licuefacción de gas natural, se remueven las impurezas del gas como ácidos, gases, agua y mercurio a través de distintos procesos, luego el gas sin impurezas pasa por un proceso de licuefacción en el cual se reduce su temperatura hasta $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se obtiene como resultado gas natural licuado (GNL), el cual es almacenado en tanques especiales para ser despachado en buques metaneros y enviado a otros países.

El sistema de transporte de gas por ducto de PERU LNG está compuesto por un ducto de 34" de diámetro y 408 km de recorrido, instalado bajo superficie, un Derecho de Vía (en adelante DdV) de 25 m de ancho sobre el ducto y 17 instalaciones de superficie.

Durante la instalación del gasoducto se llevaron a cabo distintas obras civiles que incluyeron movimiento de tierras, excavaciones, tránsito de maquinaria e instalación de la tubería. La ejecución de estas obras conllevó la intervención de las condiciones físicas y biológicas del medio natural donde se realizaron. Tanto la ejecución de estas obras y su recomposición estuvieron contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado mediante Resolución Directoral N° 551-2006-MEM/AAE.

Para la realización de los trabajos de restauración PERU LNG ha desarrollado procedimientos y estrategias acorde a las zonas y condiciones en las que se realizan los trabajos de recuperación del medio físico y biológico.

El presente documento muestra el trabajo que ha venido desarrollando el autor como parte del equipo responsable de la ejecución de las campañas de restauración de zonas alto andinas, participación en la toma de decisiones para su evaluación, diseño e implementación durante el periodo 2012 – 2015. No se incluye en el presente documento trabajos específicos realizados en zonas de humedales y/o bofedales.

2. Antecedentes

El Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto de Transporte de Gas Natural por Ducto de Ayacucho a la Planta de Licuefacción contempla la implementación de un Plan de restauración y revegetación para contrarrestar los impactos ocasionados por las actividades constructivas. Los objetivos del plan son: i) restituir la topografía de las áreas intervenidas, ii) recuperar en el menor tiempo posible la vegetación brindando estabilidad al suelo como medida de protección del gasoducto y iii) recuperar propiedades naturales del suelo. Las actividades de restitución de la topografía y revegetación fueron realizadas al término de la etapa de construcción del proyecto, según se concluía la instalación del gasoducto en cada tramo; estas actividades tuvieron lugar desde el año 2008 para algunos tramos del DdV.

Una vez finalizada la etapa de construcción e iniciada la Operación del proyecto, en el año 2010, los trabajos de restauración de las áreas intervenidas han continuado hasta lograr la recuperación de dichas zonas. Durante las actividades de instalación del gasoducto se realizaron trabajos de movimiento de tierra superficial, generando la disminución de la cobertura vegetal y del contenido de materia orgánica

sobre el DdV. PERU LNG asumió el compromiso de restauración de las zonas donde se realizó la instalación del gasoducto, ejecutando en primer lugar una restauración física y posteriormente la revegetación de las zonas donde la vegetación era pre existente.

El conjunto de actividades ejecutadas para la recuperación de la vegetación y condiciones de suelo a lo largo del DdV se conoce como restauración. Para desarrollar la restauración del DdV del sistema de transporte de gas por ducto se realizaron etapas previas de reconocimiento del estado del DdV e identificación de necesidades de trabajo, para luego programar la ejecución de las actividades durante la época de lluvia.

Las campañas de restauración se vienen ejecutando desde el año 2008 y a través de los años se han identificado dificultades, metas alcanzadas y oportunidades de mejora. Los objetivos de los trabajos de restauración también han ido evolucionando según los resultados obtenidos, así es que durante los años 2008 – 2010 los trabajos se centraron en la estabilización superficial del DdV; durante los años 2011 – 2012 se realizaron trabajos de revegetación del DdV con especies nativas y a partir del año 2013 en adelante se busca restablecer los procesos ecológicos.

3. Métodos

3.1 Ubicación, extensión y límites

Los trabajos de restauración durante el periodo 2012 – 2015 estuvieron enmarcados dentro de los primeros 266.5 km del DdV, por ser la zona que naturalmente presenta vegetación. Este tramo en su mayoría corresponde a paisajes alto andinos, a excepción de las secciones ubicadas entre los kilómetros 0 – 3 y 230 – 266.5 correspondientes a zona de selva alta y transición hacia la zona costera respectivamente. El tramo inicia en el centro poblado de Chiquintirca, distrito de Anco, Provincia de La Mar, Departamento de Ayacucho y termina en la comunidad campesina de Huancacasa, distrito de Huaytará, Provincia de Huancavelica, Departamento de Huancavelica. La Figura 01 muestra la ubicación del sistema de transporte de gas por ducto de PERU LNG.



Figura 01: Ubicación del sistema de transporte de gas por ducto de PERU LNG.
Fuente: Elaboración propia

Los trabajos de restauración, monitoreo y evaluación se realizaron dentro de los 25 m de ancho del DdV. El progreso y efectividad de la restauración sobre el DdV se evaluó cada año y en base a ello se seleccionaron las zonas donde se ejecutarán los trabajos de restauración para la siguiente campaña.

Acorde al procedimiento de PERU LNG “ENV-000-PRO-014S Procedimiento de Restauración”, los trabajos de restauración no son realizados en las áreas cultivadas a lo largo del gasoducto ya que estarían siendo utilizadas por propietarios privados o por comunidades, áreas de superficie rocosa, dunas u otras áreas donde la vegetación no existe naturalmente.

Para fines de este documento se subdividió el tramo de 266.5 km de gasoducto en tres secciones, como se muestra la Tabla 01 y Figura 02. La Figura 03 presenta de manera gráfica el rango altitudinal del DdV a lo largo de su recorrido.

Características	Sector A	Sector B	Sector C
Tramo del DdV	km 0 – km 3	km 4 – km 229	km 230 – km 266.5
Rango altitudinal	3000 – 3750 msnm	2400 – 4900 msnm	3300 – 4400 msnm
Departamento	Ayacucho	Ayacucho y Huancavelica	Huancavelica
Comunidades comprendidas	Chiquintirca	Ayacucho: Chiquintirca, Anchiuay, Cochabamba, Socos, Santa Magdalena, Yanapiruro, Toccoyasca, Paucho, Vinchos, Ocollo, Paccha, Churia – Rosaspampa, Lillinta – Ingahuasi, Ccarhuaccpampa. Huancavelica: Pilpichaca, Santa Rosa de Tambo.	Huaytará, Santa Rosa de Tambo, Ayaví.
Características	Zona donde inicia el gasoducto de PERU LNG. Se observa un entorno típico de selva alta, caracterizado por su vegetación arbustiva y pendientes pronunciadas que va cambiando hacia un paisaje dominado por pasturas y donde se observa ganado bovino. Las condiciones climáticas se caracterizan por presencia de neblina, lluvia moderada a lo largo del año. El suelo presenta regular contenido de materia orgánica.	Es el tramo más extenso del DdV donde se realizan trabajos de restauración. Se observa transición hacia paisajes de pasturas alto andinas, que coincide con las zonas más altas del DdV, donde las condiciones climáticas pueden ser de escasa precipitación en forma de lluvia y presencia de granizo. En cuanto a la vegetación, en las zonas de menor altitud se encuentran áreas de uso agrícola y en las partes altas la vegetación más representativa es de pastos alto andinos, con presencia de humedales. El suelo contiene un bajo contenido de materia orgánica. En algunas zonas existe pastoreo intensivo de ganado caprino, ovino, bovino y vicuñas.	Es la zona donde el DdV inicia el descenso hacia la costa. La vegetación se caracteriza por ser de gramíneas y arbustivas de porte bajo. Las precipitaciones pueden ser escasas y las temperaturas llegan a ser bajas. Hay presencia de pastoreo de ganado ovino y caprino en la zona. El suelo contiene bajo contenido de materia orgánica y también presenta pedregosidad en algunas zonas.

Tabla 01: Sectores del DdV y sus características generales

Fuente: Elaboración propia

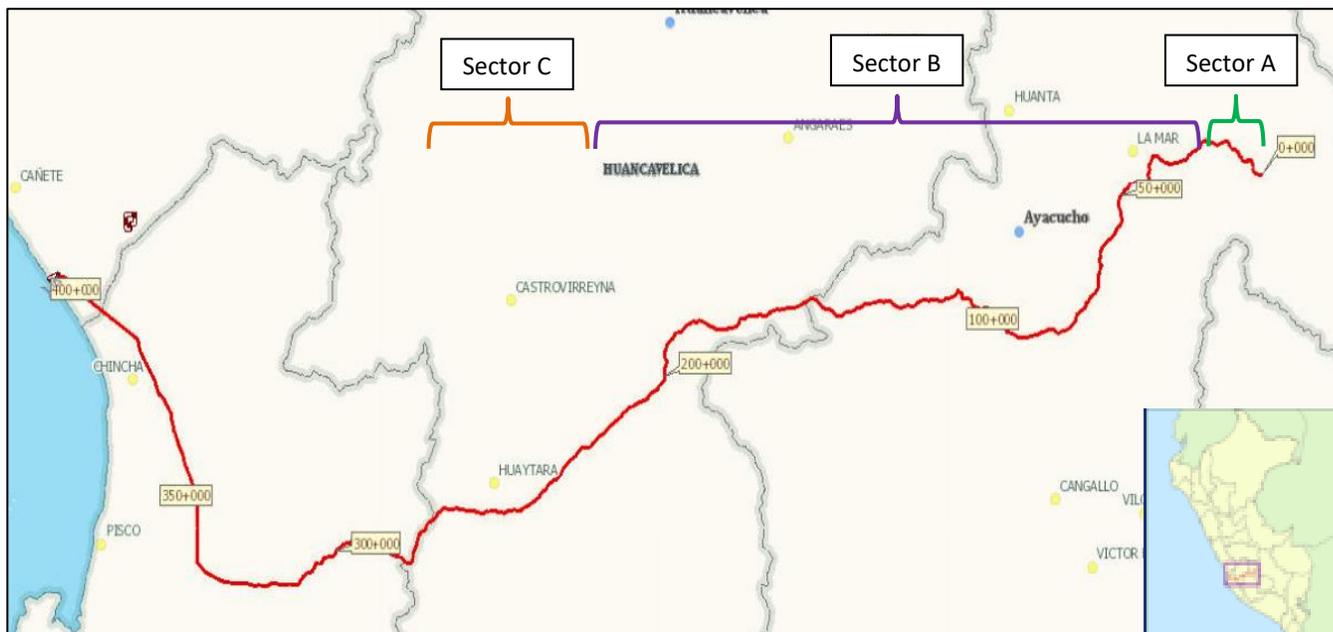


Figura 02: Extensión y ubicación de los sectores A, B y C en el gasoducto PERU LNG.

Fuente: Elaboración propia

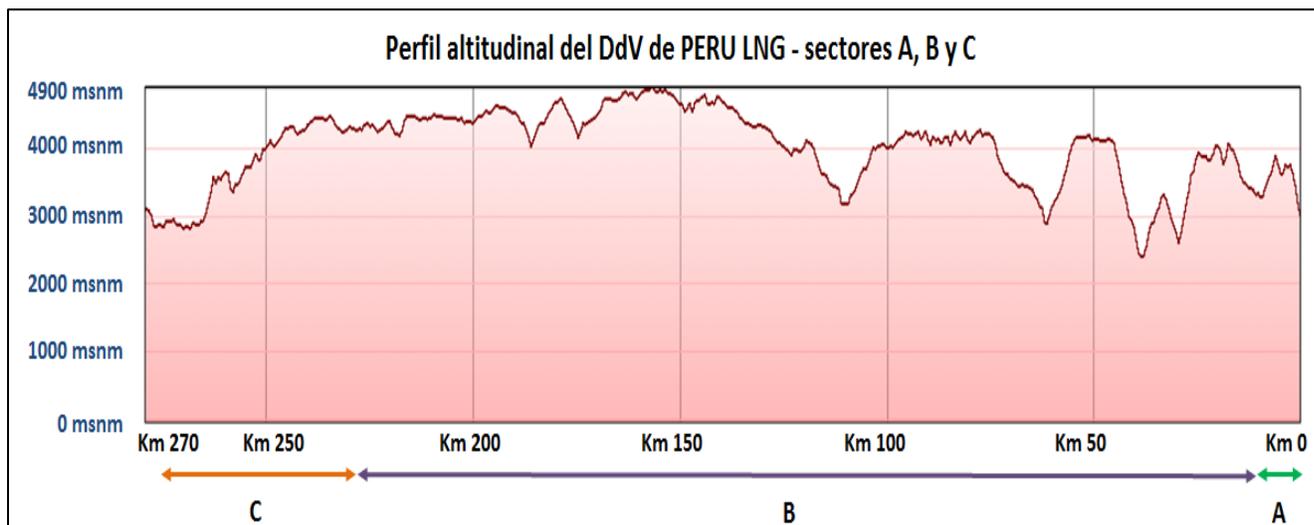


Figura 03: Perfil altitudinal del DdV de Peru LNG desde el km 0 hasta el km 270, de derecha a izquierda.

Fuente: Elaboración propia

3.2 Objetivos del trabajo de restauración

Los trabajos de restauración ejecutados durante el periodo 2012 – 2015 se enmarcaron en los objetivos planteados en el Procedimiento de Restauración de PERU LNG, los cuales indican:

- En el corto plazo, restaurar la cobertura vegetal tan rápido como sea posible en áreas que han sido alteradas por actividades de la construcción, operación y mantenimiento de PERU LNG, con el fin de poder estabilizar la superficie del suelo, evitar la erosión del suelo, proteger la integridad del ducto y preservar los hábitats.
- En el largo plazo, permitir el restablecimiento de los procesos ecológicos naturales dentro del DdV que conduzcan a la recuperación de la biodiversidad.

Durante el periodo 2012 – 2015, se han venido desempeñando distintas actividades de restauración y las metas de cada campaña han ido cambiando en función del progreso de los resultados obtenidos y las necesidades de restauración identificadas durante las evaluaciones realizadas anualmente.

3.3 Evaluación del estado del DdV

En la planificación de una campaña de restauración se definen las zonas a trabajar, actividades que serán realizadas e insumos que serán empleados. Esta planificación es producto de analizar de manera conjunta los resultados de las evaluaciones del estado de la cobertura vegetal del DdV. Esta información puede obtenerse mediante dos fuentes: evaluación directa en campo y utilizando imágenes satelitales de alta resolución.

Se otorga mayor o menor relevancia a la información sobre el estado del DdV según su origen y detalle de la información brindada. La relevancia que adquiere cada fuente de información es la siguiente:

Orden de prioridad	Fuente de información	Características
1	Evaluación en campo del estado del DdV	<ul style="list-style-type: none"> - La información es recogida <i>in situ</i> de 2 a 3 meses antes de la etapa de planificación de los trabajos. - Recoge el estado de la vegetación y suelo dentro y fuera del DdV de manera cualitativa y cuantitativa, lo que permite comparar el progreso de la recuperación. - La información para cada parámetro resulta de un promedio de 500 m. - Fuente de información que se obtiene todos los años.
2	Interpretación de imágenes satelitales	<ul style="list-style-type: none"> - Las imágenes son tomadas de 5 a 6 meses antes de la etapa de planificación. Sin embargo, en los primeros años los resultados de la interpretación se obtenían con poca anticipación a la planificación de los trabajos de restauración. - Muestra detalladamente donde ocurren los cambios de tipo de cobertura a lo largo del DdV. - Existencia de zonas donde no se tiene información debido a que en la imagen satelital podrían existir nubes y sombras. - Posibilidad de existir sesgo en el resultado según el intérprete.

Tabla 02: Importancia de las fuentes de información utilizadas para la planificación de una campaña de restauración

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Monitoreo de efectividad de campañas de restauración y estado del DdV

Durante el monitoreo se busca determinar el grado de recuperación de la vegetación nativa y la efectividad de los trabajos de restauración de la campaña anterior para recomendar las prácticas necesarias para mejorar el proceso de la restauración de las especies nativas dentro del DdV.

La evaluación se realiza anualmente, durante los meses de Junio – Agosto (época seca) tomando los datos en campo dentro y fuera del DdV, desde el km 0 hasta el km 276, por ser la zona que presenta vegetación. La evaluación fuera del DdV se realiza a una distancia entre 10 y 50 m a fin de obtener información de control más aproximada a la original. Esta información sirve para determinar el grado de recuperación del suelo y la vegetación dentro del DdV y la necesidad de aplicar prácticas de mejoramiento.

El monitoreo incluye evaluaciones de suelo y vegetación, así como de prendimiento de las especies trasplantadas en la campaña anterior, que consiste en evaluación del grado de erosión, la cobertura del

suelo, pedregosidad superficial, uso actual del suelo, la cobertura vegetal de las especies nativas, la riqueza de especies, la cobertura de las especies dominantes, pioneras y el vigor de las mismas.

El trabajo de campo fue ejecutado por una empresa consultora especializada. El cronograma de monitoreo, metodología, avance y los resultados eran supervisados directamente por el área de Medio Ambiente.

Debido a las distancias a recorrer, el amplio alcance geográfico del DdV y tiempo predeterminado para la evaluación, los parámetros evaluados permitieron que la medición sea posible mediante la observación directa en campo.

3.3.1.1 Parámetros evaluados

Para la evaluación en campo del estado en el que se encuentra el DdV, los parámetros evaluados deben cumplir con las siguientes características:

- Brindar información directa sobre los componentes del proceso de restauración, como son el mejoramiento de calidad del suelo, desarrollo de la vegetación y control de erosión.
- Ser de lectura simple y directa en campo, debido a las grandes distancias que se deben recorrer y difícil accesibilidad en distintos sectores.
- Ser de rápida colección, pues se requería obtener información de una franja de 276 km de distancia en dos meses y antes del inicio de la siguiente campaña de restauración.

Los parámetros determinados para evaluar los componentes de la restauración fueron:

A. Evaluación de la superficie del terreno

- Grado de Erosión: se realiza mediante la observación directa de la erosión de los suelos, identificándose como laminar, surcos y cárcavas. El grado de erosión se observa a los 300 y 700 m dentro de cada kilómetro del DdV y se ha sido clasificado según el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor DS N° 017-2009 AG.

Clase	Descripción
Muy ligera	Arrastre imperceptible de partículas del suelo
Ligera	Síntomas de erosión laminar. Presencia de canalículos
Moderada	Presencia de regular cantidad de surcos y moderada cantidad de cárcavas
Severa	Presencia abundante de surcos y cárcavas no corregibles por labores culturales
Extrema	Suelos destruidos o truncados

Tabla 03: Clasificación de erosión dentro y fuera del DdV

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2009

- Cobertura del suelo: se determina utilizando la información registrada en los censos de vegetación. La cobertura es clasificada de la siguiente manera.

Clase	Rango
Nulo o Pobre	< 10%
Bajo	10 – 25 %
Regular	25 – 50 %
Bueno	50 – 75 %
Excelente	> 75 %

Tabla 04: Clasificación de cobertura del suelo dentro y fuera del DdV

Fuente: Grandes Montañas y Consultores, 2012 (documento elaborado para PERU LNG)

- Pedregosidad superficial: Se observa en dos puntos dentro de un kilómetro de recorrido (a los 300 y 700 m), registrando la presencia porcentual estimada en el área circundante a cada punto. La pedregosidad superficial se clasifica según el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor DS N° 017-2009 AG.

Clase	Descripción	(%)
No pedregoso	No existen piedras o son demasiados escasos para interferir en la labranza.	< 0.01
Ligeramente pedregoso	Suficientes piedras como para interferir en la labranza, pero que hacen impracticable el cultivo de escarda.	0.01 0.1
Moderadamente pedregoso	Suficientes piedras como para hacer impracticable las labores y cultivos de escarda, pero se puede trabajar en pasturas mejoradas, en cultivos de forrajes.	0.1 3
Muy pedregoso	Suficientes piedras como para hacer impracticable el empleo de máquinas agrícolas, excepto maquinaria muy liviana o instrumentos manuales	3 – 15
Excesivamente pedregoso	Suficientes piedras como para hacer impracticables el empleo de cualquier maquinaria agrícola.	15 – 70
Extremadamente pedregoso	Tierras prácticamente pavimentadas o con piedras.	> 70

Tabla 05: Clasificación de la pedregosidad superficial dentro y fuera del DdV

Fuente: Grandes Montañas y Consultores, 2012 (documento elaborado para PERU LNG)

- **Uso Actual:** se evalúa observando, cada 500 m, el entorno del DdV y registrando el uso de acuerdo a la clasificación propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), sistema que considera 09 categorías:

N°	Categoría	
1	Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas:	Centros poblados
		Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas)
2	Terrenos con hortalizas	
3	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	
4	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	
5	Áreas de praderas mejoradas permanentes	
6	Áreas de praderas naturales	
7	Terrenos con bosques	
8	Terrenos pantanosos y/o cenagosos	
9	Terrenos sin uso y/o improductivos:	Tierras en barbecho (preparación o descanso temporal)
		Terrenos agrícolas sin uso (actualmente abandonados)
		Terrenos de litoral, caja de río
		Áreas sin uso no clasificadas

Tabla 06: Clasificación uso actual del terreno dentro y fuera del DdV

Fuente: Grandes Montañas y Consultores, 2012 (documento elaborado para PERU LNG)

B. Evaluación de la vegetación

Se realizaron censos de vegetación en transectos dentro y fuera del DdV. Debido al tipo de vegetación se empleó un anillo censador, el cual consiste de un aro de 1 " de diámetro que se apoya en el suelo y se determina la especie dominante por el área que ocupa dentro de dicho aro.

- Tipo de vegetación: se evalúa la fisionomía de la vegetación, de acuerdo a las especies presentes, color y tamaño.

Tipo de Vegetación	Descripción
Pajonales	Es el tipo de vegetación que ocupa mayor extensión en la zona altoandina, está dominado por gramíneas altas o ichus como la chilligua (<i>Festuca dolichophylla</i>), el iro ichu (<i>Festuca ortophylla</i>), ichu (<i>Stipa ichu</i>), hatun porke (<i>Calamagrostis antoniana</i>) y el huaylla ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>).
Césped de puna	Está dominado por plantas pequeñas de porte almohadillado y arrosetado. Entre ellas destacan el pacu pacu (<i>Aciachne pulvinata</i>), mula pilli (<i>Liabum ovatum</i>), pilli rosado (<i>Werneria nubigena</i>), pasto estrella (<i>Azorella diapsoides</i>), y thurpa (<i>Nototriche longirostris</i>).
Tolares	Están dominados por especies arbustivas de baja adaptabilidad, propia de ambientes secos como <i>Parastrephia lepidophylla</i> y <i>Diplostephium tacurense</i> , asociadas a ellas podemos encontrar especies como <i>Baccharis</i> , <i>Azorella</i> , <i>Pycnophyllum</i> , y también gramíneas como <i>Festuca dolichophylla</i> y <i>Festuca ortophylla</i> .
Canllares	Están dominados por especies semiarbustivas de bajo valor forrajero como el China kanlli (<i>Margiricarpus pinnatus</i>) y orqo kanlli (<i>Margiricarpus strictus</i>).
Totoraes y juncales	Son comunidades vegetales que se desarrollan al borde de lagos y se hallan dominadas por <i>Scirpus californicus</i> y <i>Scirpus mexicanus</i>

Tabla 07: Clasificación de tipo de vegetación dentro y fuera del DdV

Fuente: Grandes Montañas y Consultores, 2012 (documento elaborado para PERU LNG)

- Especies dominantes: Se determina las especies que dominan el terreno, tanto dentro como fuera del DdV, esta información permite comparar si las especies dominantes encontradas fuera del DdV se han establecido dentro del DdV.
- Especies pioneras: Referido a las especies que no han sido trasplantadas pero que se han desarrollado naturalmente y su porcentaje dentro del DdV es mayor que fuera del DdV. Estas especies no se encuentran fuera del DdV, por lo que con esta información se puede determinar la necesidad de realizar prácticas de control.
- Cobertura vegetal: Es la suma de los porcentajes de cobertura de las especies vegetales encontradas en cada tramo del DdV. Para efectos de la evaluación de la recuperación se evalúan la cobertura vegetal total (especies nativas y naturalizadas), la cobertura vegetal de especies nativas y la cobertura de especies naturalizadas.

C. Evaluación de la efectividad de los trabajos de restauración de la campaña anterior

- **Prendimiento:** Se establecieron 2 puntos de evaluación, por cada 0.5 km, dentro de las áreas donde se realizaron las prácticas de mejoramiento. En cada punto se evaluó un cuadrante de 25 x 25 m, dentro del cual se realizó el conteo de plantas vivas y muertas por especie. El prendimiento se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Prendimiento} = \text{Numero de plantas vivas} \times 100 / \text{Número de plantas total}$$

- **Vigor:** Se evaluó la altura de las especies trasplantadas dentro del DdV, y la altura de las mismas especies encontradas fuera del DdV. El vigor fue expresado en porcentaje que representa la relación de la altura de las plantas dentro del DdV respecto a la altura fuera del DdV:

$$\% \text{ Vigor} = \text{Altura de planta dentro del DdV} \times 100 / \text{Altura de planta fuera del DdV}$$

- **Cobertura vegetal:** En función a la medición del área basal de las especies trasplantadas (cm), dentro del DdV, dentro de los cuadrantes establecidos en los parámetros anteriores.

$$\% \text{ Cobertura} = \text{Área basal por planta} \times \text{densidad de plantas trasplantadas} \times 100 / 625 \text{ m}^2 (\text{Área del cuadrante})$$

- **Grado de recuperación de la vegetación dentro del DdV:** Los parámetros para determinar el grado de recuperación de la vegetación del DdV, se seleccionaron teniendo como criterio la estructura de la vegetación encontrada fuera del DdV. Se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

Se estima el grado de recuperación y su tendencia de un tramo del gasoducto (0.5 km), en función a la relación porcentual de la cobertura basal de la vegetación encontrada fuera del DdV (FDdV) y con respecto a la cobertura basal de la vegetación encontrada dentro del DdV (DDdV):

$$\text{Recuperación (\%)} = \frac{\text{Cobertura basal Vegetación DDdV (\%)} \times 100}{\text{Cobertura basal Vegetación FDdV (\%)}}$$

Los resultados obtenidos dentro del DdV se clasificaron de la siguiente manera:

Grado de Recuperación	Valores
Excelente	> 80 % de similitud
Buena	60 a 80 % de similitud
Regular	40 a 60 % de similitud
Pobre	20 a 40 % de similitud
Muy Pobre	< 20 % de similitud

Tabla 08: Clasificación del grado de recuperación del DdV

Fuente: Grandes Montañas y Consultores, 2015 (documento elaborado para PERU LNG)

3.3.2 Interpretación de imágenes satelitales del DdV

El compromiso de PERU LNG con el monitoreo de los trabajos de revegetación y el progreso del desarrollo de la cobertura vegetal sobre el DdV contempla el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial (1 – 4 m), por lo que se emplea esta metodología de monitoreo para clasificar los tipos de cobertura sobre el DdV, obteniendo una descripción detallada de las condiciones en las que se encuentran los diversos componentes del paisaje sobre el DdV y su área de influencia. El trabajo de interpretación de las imágenes satelitales es llevado a cabo por una entidad consultora y el progreso del trabajo y verificación del resultado es supervisado por el área de Medio Ambiente.

El ámbito de la interpretación es el DdV y su área de influencia de 200 m a ambos lados del gasoducto, en una extensión de 280 km que va desde el km 0+000 ubicado en la comunidad campesina de Chiquintirca (Ayacucho) hasta el km 280+000 ubicado en la comunidad campesina Santa Cruz de Huancacasa en el sector que está ubicado en el departamento de Ica (el territorio de esta comunidad está ubicado en los departamentos de Ica y Huancavelica), abarcando un área aproximada de 109.8 km².

Con la interpretación de las imágenes satelitales se busca:

- Monitorear avances y resultados de las campañas de restauración a través de los años.
- Determinar la superficie de cada clase de cobertura del DdV y su área de influencia.
- Detección de cambios de clase de cobertura con respecto a la interpretación de imágenes satelitales de años anteriores.

3.3.2.1 Presentación de resultados y clasificación de la cobertura vegetal

Los resultados se presentan empleando el sistema de clasificación desarrollado por el área de Medio Ambiente y la empresa consultora, el cual se muestra en la Tabla 09.

N°	General	Tipo / Descripción	Uso	Cobertura vegetal
1	Hidrografía	Lagunas y ríos	Pesca	Sin cobertura vegetal
		Bancos de arena	Sin uso	
2	Con vegetación	Vegetación natural	Uso múltiple	Arbustos
				Tilandsia (vegetación de dunas)
				Bosques nativos
				Pastos nativos
				Pastos en recuperación
				Cactáceas
3	Humedales	Bofedal	Ganadería	Bofedal
				Bofedal en recuperación
		Humedal	Sin uso	Vegetación acuática
			Ganadería	Otro humedal
4	Centros poblados	Centros poblados	Poblacional	Sin cobertura vegetal
5	Zonas de escasa vegetación	Zonas rocosas	Sin uso	Sin cobertura vegetal
		Desierto		
		Deslizamientos y otros		
6	Accesos	Accesos	Transporte	Sin cobertura vegetal
7	Áreas intervenidas	Áreas intervenidas	Agricultura	Cultivos
			Ganadería	Pastos de forraje
			Forestal	Plantaciones
			Estaciones de superficie PLNG	Sin cobertura vegetal
			Otros	Sin cobertura vegetal
8	Sin información	Nubes	Sin información	Sin información
		Sombras		

Tabla 09: Clasificación de tipo de cobertura utilizada para la interpretación de imágenes satelitales del DdV de PERU LNG
Fuente: PERU LNG, 2015

Este sistema de clasificación se desarrolló teniendo como base los tipos de cobertura de suelo que pueden ser interpretados con las imágenes satelitales y tipos de cobertura de interés que indican cambios en la restauración del DdV. El resultado es presentado cada año de manera digital, como mapas que muestran el DdV, zonas aledañas y los tipos de cobertura existentes sobre él.

Para el año 2014, junto con el área de la compañía encargada del desarrollo de aplicaciones, se elaboraron mapas interactivos que pueden ser contrastados con la información generada durante las evaluaciones en campo y mostrar los resultados de las interpretaciones de imágenes satelitales para cada año. Esta herramienta fue de utilidad al poder confirmar con mejor detalle las áreas donde se

requería ejecutar trabajos de restauración, lo cual significó una mejora en la planificación, puesto que la información obtenida mediante las evaluaciones en campo en su mayoría solamente reflejaba un promedio de 500 m lineales del DdV (ver Anexo 03). En la Figura 04 se muestra un ejemplo de cómo se visualizan los resultados de la interpretación de imágenes satelitales, lo cual permitió planificar mejor las distancias que requieren trabajos de restauración. Además, se obtuvo una comparación cuantitativa de los tipos de cobertura a través de los años; dicha información se toma de manera referencial, puesto que las extensiones por tipo de cobertura podrían variar dependiendo de la nubosidad al momento de captar la imagen, exposición, calidad de imagen, entre otros.

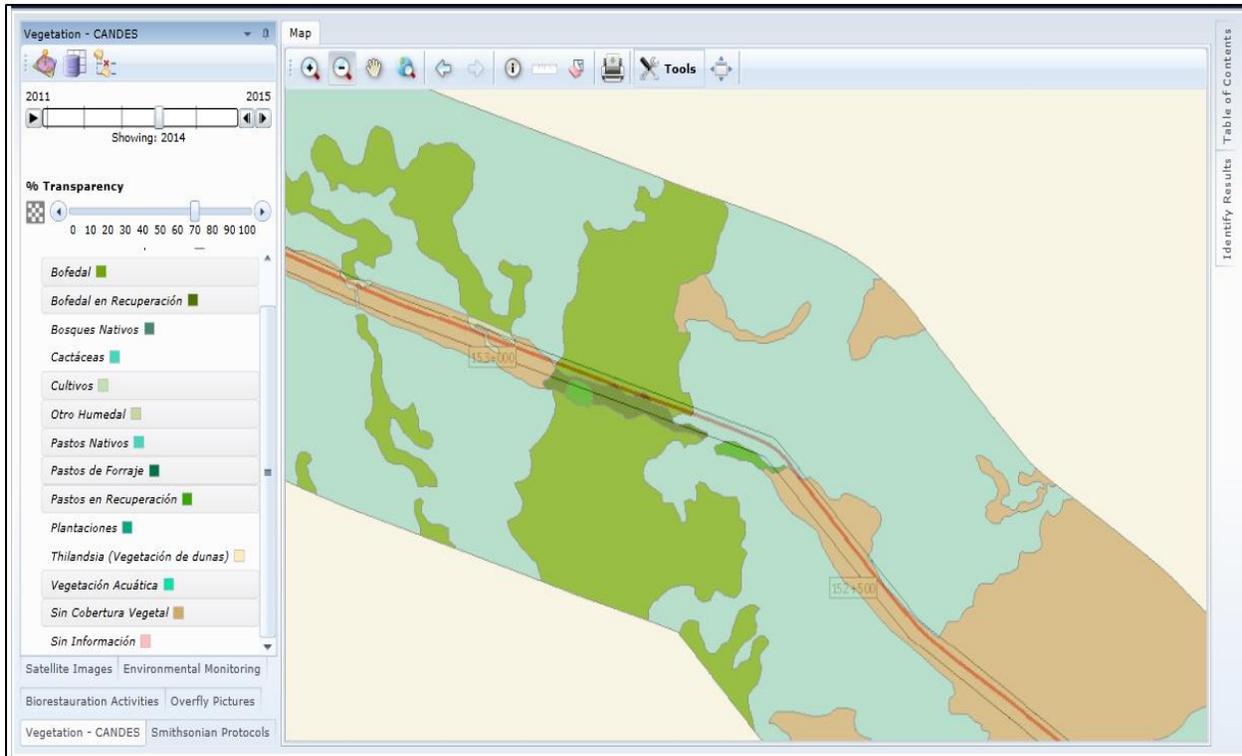


Figura 04: Manera como se visualiza la información digital resultante de la interpretación de imágenes satelitales del DdV. Se aprecia el detalle por tipo de cobertura. Esta herramienta permite medir distancias por tipo de cobertura sobre el DdV

Fuente: Elaboración propia

3.4 Criterios de selección de áreas a intervenir

La selección de un área del DdV donde se ejecutaron trabajos de restauración se realizó bajo un análisis en el que se emplean distintos criterios que sustentan la selección u omisión de dicha área durante una campaña de restauración. Se han agrupado estos criterios en la Tabla 10.

Criterios de selección de área a restaurar	
Técnicos	Planificación
<ul style="list-style-type: none"> - Zonas prioritarias que requieren recuperar cobertura vegetal y mejorar calidad de suelo - Ecosistemas sensibles - Disponibilidad de insumos 	<ul style="list-style-type: none"> - Periodo de tiempo en el que se realizarán los trabajos - Estimación de periodo de lluvias - Cantidad de insumos a utilizar

Tabla 10: Criterios de selección de un área a restaurar
Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos los criterios, la cantidad de kilómetros del DdV a restaurar y las actividades que se requerían implementar debían estar acorde al presupuesto aprobado.

En la Figura 05 se ilustra el proceso mediante el cual se lleva a cabo campaña de restauración y en la Figura 06 se muestra el proceso general de restauración para el período 2012 – 2016.

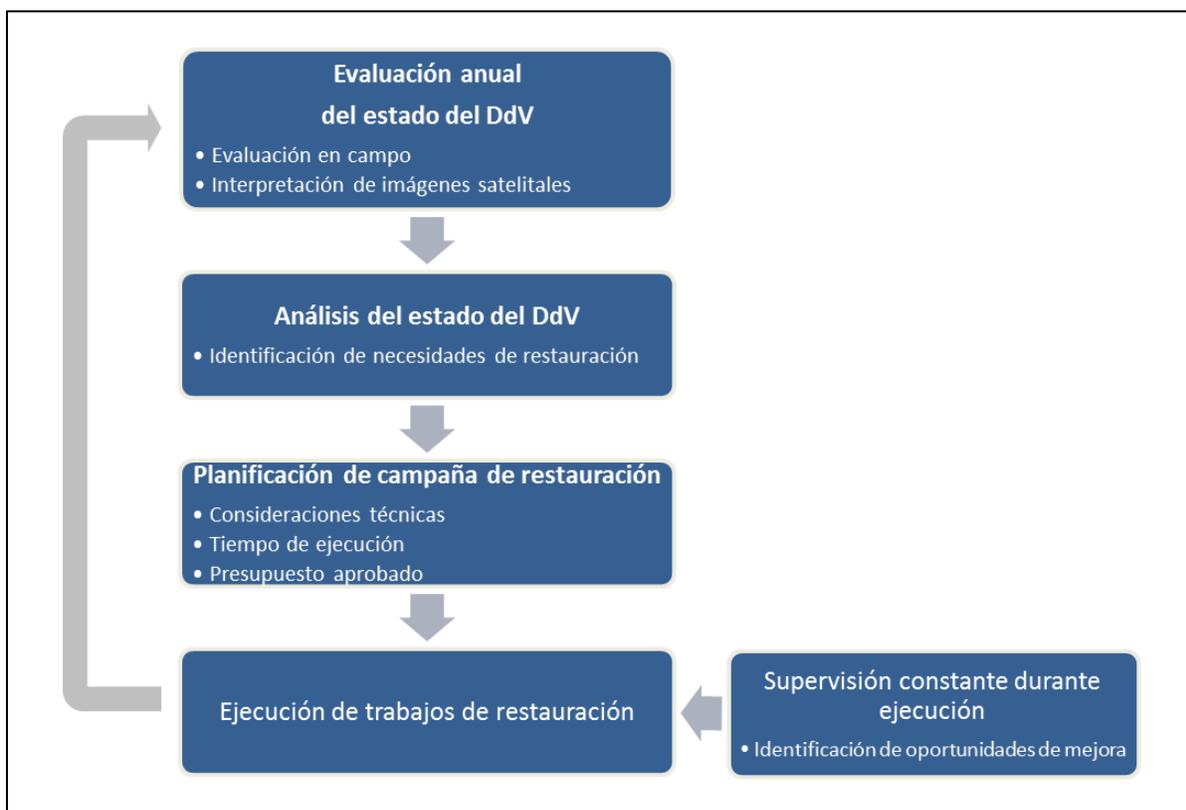


Figura 05: Diagrama del proceso de evaluación, planificación y ejecución de una campaña de restauración

Fuente: Elaboración propia

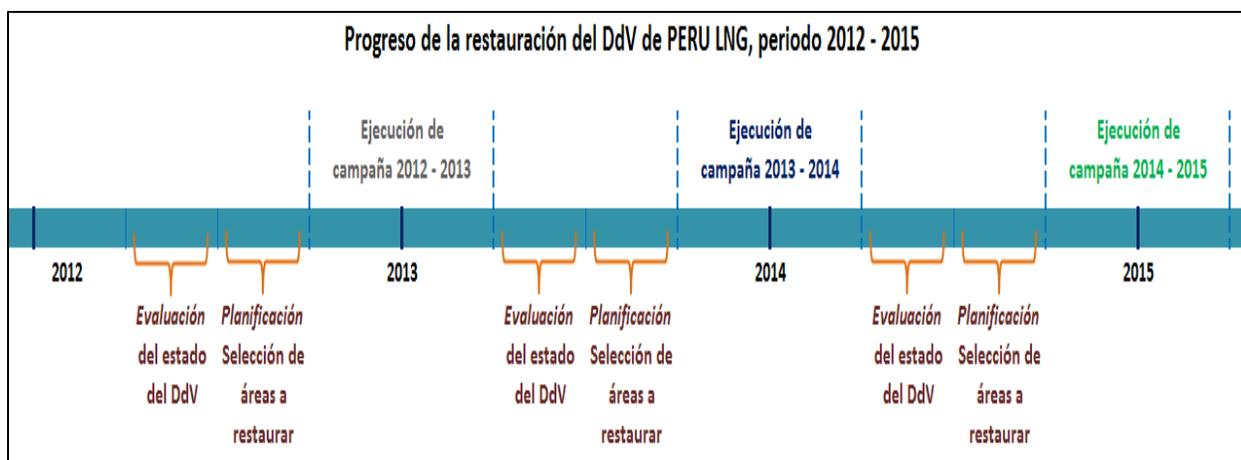


Figura 06: Línea de tiempo que muestra de manera general el proceso de restauración del DdV de PERU LNG durante el periodo 2012 – 2015

Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas ejecutadas durante los trabajos de restauración

Los trabajos que se realizaron durante las campañas de restauración fueron priorizados en función de los objetivos planteados en cuanto a la restauración de cobertura vegetal, cobertura de especies dominantes, mejoramiento del suelo y control de especies pioneras.

3.5.1 Mejoramiento de suelos

El mejoramiento de suelos comprende la adición de enmiendas con el fin de mejorar las características físicas, biológicas y químicas de la capa superficial del suelo. Busca mejorar la estructura de suelos sueltos como los arenosos, formando los agregados. En la parte hídrica, se buscó mejorar la retención de agua, incrementando la capacidad de campo del suelo y de esta manera mejorar la disponibilidad de agua para las plantas. En la parte biológica, favorece la actividad microbiana, incrementando el número de bacterias. Por último, en la parte química, favorecer la formación del complejo arcillo – húmico que regula la nutrición de las plantas. Para los programas de restauración, el mejoramiento de los suelos se ha realizado utilizando fertilizantes orgánicos (estiércol de ganado ovino, caprino y camélidos andinos) proporcionado por las comunidades locales y roca fosfórica, en menor cantidad y únicamente en las primeras etapas. La metodología y dosis de incorporación de enmiendas orgánicas se determinó por el área de Medio Ambiente de Hunt LNG, previa evaluación. La composición del aporte de nutrientes de los distintos tipos de abono se muestra en la Tabla 11 y la manera de realizar la actividad se ilustra en la Figura 07.

Aporte del abono orgánico obtenido en las comunidades campesinas			
Fuente	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
Guano de Isla	13.00	10.00	2.00
Alpaca	1.98	1.09	2.07
Cuy	1.90	0.98	2.51
Ovinos	1.51	1.41	2.93
Bovinos	1.27	0.81	0.84
Roca Fosfórica	-	30.00	-

Tabla 11: Aporte del abono orgánico que puede ser conseguido en las comunidades locales
Fuente: PERU LNG, 2012

La aplicación del estiércol de animales de pastoreo también busca promover las funciones biológicas, para el desarrollo de especies anuales, perennes y mejorar también la cobertura vegetal, además de poseer semillas de las especies forrajeras que consume el ganado y se incorporan al suelo mediante su aplicación. Adicionalmente, el estiércol aplicado superficialmente, permite formar una capa orgánica que en varios tramos del DdV son escasos, contribuyendo a proteger al suelo de la erosión, disminuir la evaporación, y mejorar las condiciones del suelo para el desarrollo de las especies nativas.



Figura 07: Aplicación de estiércol en el km 219+500.

3.5.2 Trasplante de plantas nativas

Para el trasplante de plantas nativas se utilizaron las especies más representativas encontradas cerca al DdV. Individuos de especies nativas fueron extraídas de las zonas cercanas al DdV y fueron trasplantadas al interior del DdV. La densidad de revegetación para cada campaña o tramo específico se determinó en la evaluación anual de suelo y vegetación. Las Figuras 08 y 09 ilustran el trasplante de plantas nativas al interior del DdV.

El material vegetativo que se utilizaría debió cumplir con las siguientes características:

- Material vegetativo (tallos, esquejes, raíces) obtenido de plantas provenientes de fuera del DdV, de preferencia de áreas adyacentes al mismo, en un número que fue definido en función a la disponibilidad de la población encontrada fuera del DdV, a fin de no dañarla.
- Para gramíneas perennes de la zona alta del DdV se trasplantaron esquejes. Estos contaban con tallos y raíz completa, cubierta de tierra a fin de evitar el estrés de la planta y la mortalidad de las raíces por sequedad. Los esquejes contaban con buen número de tallos a fin de asegurar su supervivencia y tenían como mínimo 15 cm de diámetro.
- En los tramos de sierra y selva (sectores B y A) los esquejes fueron establecidos en la superficie del suelo, a fin de evitar su erosión por la pendiente del terreno y las lluvias. Las especies tipo césped se trasplantaron en la superficie.
- El distanciamiento entre plantas fue de 2 m en arbustivas, 1 m en pajonales y de 0.5 a 1 m en césped de puna, según la densidad encontrada fuera del DdV, a fin de asegurar una mejor densidad de plantas dentro del DdV.
- La extracción de material vegetativo fuera del DdV fue coordinada previamente con las autoridades de cada comunidad por el área de Asuntos Comunitarios. Solo luego de contar con la autorización de la comunidad para la extracción del material, se procedió a realizar la actividad.
- Al podar la parte aérea, la parte cortada se colocó sobre la planta recientemente trasplantada, cubriéndola para protegerla de las bajas temperaturas y conservar la humedad.



Figura 08: Trasplante de *Festuca rígida* y *Poa perligulata* en el km 153+100



Figura 09: Trasplante de *Stipa ichu* en el DdV km 231+500

3.5.3 Siembra con pastos de especies naturalizadas

La siembra con pastos de especies naturalizadas fue empleada durante la etapa constructiva y los primeros años de la etapa de operación en áreas con signos de erosión laminar y donde la cobertura vegetal es menor o igual a 30%. Las especies empleadas no son de carácter invasivo. Se tuvieron las siguientes consideraciones técnicas:

- Para siembra en surcos, el distanciamiento busca asemejar las características del terreno adyacente. Los surcos fueron superficiales (10 cm como máximo) y trazados siguiendo las curvas de nivel. El tapado no excedió de 1 a 2 cm, para lo cual se utilizaron rastrillos o ramas. La Figura 10 ilustra la siembra de semillas en surcos.
- Para siembra al voleo, dispersar de manera uniforme la mezcla de semillas. Se utilizaron rastrillos para el tapado.

La Tabla 12 describe las mezclas de semillas recomendadas de acuerdo según la altitud.

Mezcla de Semillas	Mezcla 1 (kg/ha)	Mezcla 2 (kg/ha)	Mezcla 3 (kg/ha)
Especies/Altitud	2800-3500	3500-4200	0-2800
<i>Lolium perenne</i> Rye Grass inglés	27	28.6	27.45
<i>Lolium multiflorum</i> Rye Grass Italiano	18	14.3	18.45
<i>Dactylis glomerata</i>	18	21.5	18.45
<i>Trifolium pratense</i> Trébol Rojo	5.4	2.9	5.85
Total	68.4	67.3	70.2

Tabla 12: Especies y dosis de Semillas Recomendadas por Rango de Altitud
Fuente: PERU LNG, 2015



Figura 10: Siembra de semilla de pastos en surcos km 247+500

3.5.4 Control de plantas pioneras

Las plantas pioneras son resistentes a las condiciones del entorno y de crecimiento rápido para poder sobrevivir en terrenos recientemente intervenidos, siendo las que se establecen en primer lugar y posteriormente son reemplazadas por otras especies. Debido a que estas especies crecían solamente sobre el DdV se observaban diferencias entre las coberturas vegetales dentro y fuera del DdV, por lo que el control de plantas pioneras tenía como finalidad incentivar y mantener la uniformidad del paisaje y que la abundancia de especies nativas dentro y fuera del DdV sea similar. Por lo general junto a esta actividad se realiza revegetación con plantas nativas presentes fuera del DdV. Las plantas pioneras extraídas fueron dispuestas en el borde del DdV de menor cota. Las técnicas de control fueron manuales o mecánicas utilizando picos o herramientas similares, como se observa en la Figura 11.



Figura 11: Control de *Astragalus sp* en el km 170+000.

3.6 Supervisión durante la ejecución de trabajos de restauración

Los trabajos de restauración en campo fueron desarrollados por una empresa ejecutora de la actividad. Durante la etapa de ejecución se llevaron a cabo inspecciones que buscaban asegurar la correcta implementación de los trabajos programados verificando consideraciones técnicas establecidas por PERU LNG. En la Tabla 13 se observa el enfoque de una supervisión en campo durante la ejecución de trabajos de restauración.

Consideraciones técnicas evaluadas durante supervisión en campo de trabajos de restauración	
Apertura de hoyos	Profundidad de hoyos
	Distanciamiento entre hoyos
Aplicación de estiércol	Cantidad de estiércol aplicado
	Calidad del estiércol aplicado
Trasplante de plantas	Especie adecuada según plan y presencia en campo
	Calidad de plantas trasplantadas: estadía, diámetro, vigorosidad
	Poda de parte superior y raíces
	Calidad de tapado del hoyo: compactación
	Zona de obtención de material vegetativo
Aplicación de semillas	Técnica adecuada, dosis
	Profundidad y tapado de semillas

Tabla 13: Consideraciones técnicas que se evaluaban durante la supervisión en campo de trabajos de restauración

Fuente: Elaboración propia

Según lo mencionado, el proceso de restauración del DdV de PERÚ LNG contempló una evaluación del estado del DdV que permitió planificar los trabajos de restauración que serían ejecutados durante la época de lluvias (Diciembre – Febrero). Este proceso se repitió a través de las campañas de restauración y cada etapa presentó particularidades según los objetivos planteados, haciendo evidente que el proceso de restauración puede ser dinámico. En la Figura 12 se aprecia la supervisión en campo de los trabajos de restauración.



Figura 12: Supervisión en campo de los trabajos de restauración, en base a la planificación y trabajos requeridos

4. Desarrollo de las campañas de Restauración y sus resultados

4.1 Campaña de Restauración 2012 – 2013

4.1.1 Evaluación del estado del DdV

El objetivo fue determinar el grado de recuperación de la vegetación nativa dentro del DdV y poder recomendar las prácticas necesarias para mejorar el proceso de restauración de las especies dentro del DdV para la campaña 2012 – 2013. El estudio se realizó en los meses de Junio y Julio del 2012 y los parámetros evaluados dentro y fuera del DdV fueron:

- Evaluación de la erosión:
 - Grado de erosión
 - Cobertura del suelo
 - Pedregosidad superficial
 - Uso actual

- Evaluación de la vegetación nativa:
 - Tipo de vegetación
 - Composición florística
 - Especies dominantes
 - Especies pioneras

- Evaluación de la efectividad de las prácticas de mejora:
 - Densidad de vegetación
 - Prendimiento
 - Cobertura vegetal
 - Vigor
 - Grado de erosión
 - Cobertura de suelo

De la información recogida en campo, se obtuvieron resultados que describían el estado del DdV con relación a su entorno. El sector A del DdV presentaba mejores condiciones para la recuperación de la vegetación nativa pero las metas a alcanzar eran mayores debido a la mayor cobertura de la vegetación original, mayor número de especies y especies dominantes de mayor desarrollo vegetativo. Por otro lado, en el sector C la vegetación original era de baja cobertura, bajo número de especies y especies dominantes de menor desarrollo vegetativo pero las condiciones ambientales influían para una lenta recuperación.

En cuanto al uso de la tierra, la mayor parte de los suelos están cubiertos por praderas nativas, mientras que una pequeña porción del sector A y sector C está cubierta con vegetación arbustiva. Ambos tipos de vegetación continúan siendo sometidos a pastoreo: en el sector A por el ganado bovino y ovino, en el sector B por el ganado bovino, ovino, alpacuno, y vicuña y en el sector C por el ganado caprino. El pastoreo de estos animales, sobre todo del bovino, ha dañado las obras de control de erosión por el sobrepastoreo de los pastos naturalizados.

El vigor de las plantas es menor dentro del DdV, donde la mayoría de especies son de menor tamaño debido a la mayor presencia de especies anuales, especies perennes en estadios vegetativos iniciales y escasa presencia de especies de porte alto.

Las especies trasplantadas han presentado mejor vigor en tramos del sector C, mayor a 30%. Esta respuesta se explica por las condiciones de temperatura del ambiente, que favorece el desarrollo de estas especies. Lo contrario sucede con las plantas trasplantadas en las zonas altas, donde las bajas temperaturas, presencia de heladas y granizadas, no favorecen el desarrollo vegetativo.

La cobertura vegetal es ligeramente mayor en las zonas altas, donde las especies trasplantadas tienen desarrollo lateral, favoreciendo la formación de cobertura vegetal basal. Las especies trasplantadas en los sectores A y C, que son en su mayoría arbustivas, son de crecimiento vertical,

Los resultados obtenidos de la evaluación y monitoreo en campo sugirieron que se debía desarrollar las siguientes actividades en la próxima campaña de restauración:

- Trasplante de vegetación nativa debido a su baja cobertura con respecto a la cobertura vegetal encontrada fuera del DdV. Baja cobertura de las especies dominantes que no han logrado establecerse por su baja capacidad de propagación, sobre todo las gramíneas perennes altas y algunas arbustivas de los géneros *Festuca*, *Calamagrostis*, *Stipa*, *Parastrephia*, *Senecio* y *Baccharis*.
- Mejoramiento de la calidad del topsoil del DdV mediante enmiendas orgánicas para incrementar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, principalmente del fósforo y mejorar las propiedades físicas del suelo para favorecer el establecimiento y cobertura de las especies nativas trasplantadas y especies nativas en general en el DdV. Se recomienda aplicar abono en una dosis de 0.6 t/ha.
- La aplicación del abono debe ser en golpes sobre la superficie del suelo y también debe incorporarse al suelo realizando una labranza mínima a fin de no dañar a la vegetación existente.
- Extracción de especies pioneras en 9 km dentro del DdV.

4.1.2 Criterios de selección de zonas a trabajar

Del análisis de los resultados de la evaluación en campo se determinaron las zonas cuya restauración es prioritaria:

- Zonas donde la cobertura de la vegetación nativa dentro del DdV era menor al 50% de la cobertura fuera del DdV.
- Zonas donde la cobertura de la especie dominante era menor a 25%.
- Zonas donde se requería incrementar de manera rápida la cobertura vegetal, usando semillas de especies naturalizadas no invasoras. En el resto de zonas se buscó incrementar la vegetación existente para lo cual se realizaría al trasplante de especies nativas.
- Sumado a los criterios técnicos, la campaña se debía ajustar al presupuesto aprobado.

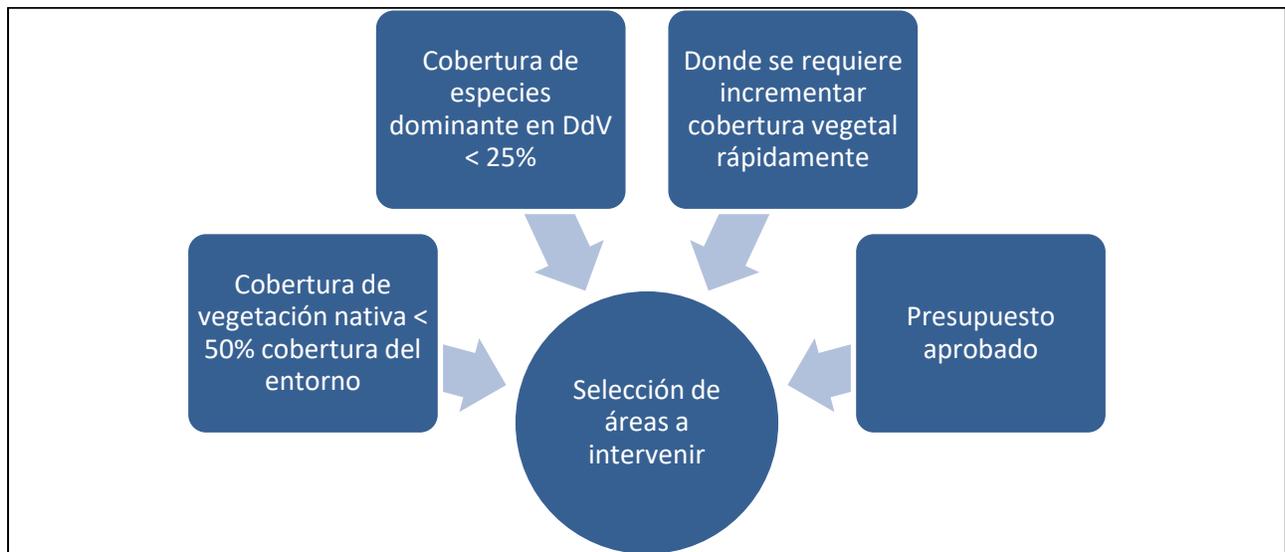


Figura 13: Criterios de decisión para la selección de áreas a intervenir durante la campaña de restauración 2012 – 2013

4.1.3 Planificación y metas de la campaña de restauración 2012 – 2013

En función a los resultados de la evaluación del km 0 al km 276 del año 2012 se planificaron las actividades a realizar en el DdV. Debido al periodo de lluvias en la zona, se decidió que los trabajos deberían ejecutarse desde fines de noviembre del 2012 hasta inicios de Febrero del 2013. Se planificó la campaña de restauración 2012 – 2013 con 80 km donde se requería ejecutar trabajos de trasplante, siembra de semillas, mejoramiento del suelo y control de especies pioneras, según se indica:

- Intervención con actividades de restauración en 80 km del DdV.
- Trasplante con especies nativas en 77 km del DdV.
- Mejoramiento de suelos con la incorporación de estiércol en 24.5 km del DdV.
- Siembra de semillas de pastos naturalizados en zonas donde se habían realizado trabajos de geotecnia recientemente.
- Control de especies pioneras en 9 km del DdV.

4.1.4 Implementación de la campaña

Ejecución del trabajo

El trabajo se inició en noviembre del 2012, culminándose en febrero del 2013. Se ejecutaron cuatro actividades: trasplante de especies nativas, mejoramiento de topsoil, control de especies pioneras y siembra de pastos naturalizados no invasivos.

Trasplante de especies nativas

El mejoramiento de la vegetación se realizó de manera similar a lo largo del DdV, sin embargo, en algunos tramos se diversificaron algunas técnicas de propagación en función a las condiciones de sitio y características de la vegetación circundante. En la Tabla 14 se muestra un resumen de las técnicas empleadas por zona y altitud.

Tramo (km)	Sectores	Características	Vegetación	Técnica Utilizada
0+500 al 3+000	Sector A	Bosque montano húmedo, altitud de 2970 a 3710 msnm, pendiente de moderada a fuerte.	Presencia de vegetación de pastizal, arbustiva y arbórea. La cobertura es casi del 100%.	Plantación de estacas, esquejes y trasplante de pastos.
125+500 al 255+000	Sector B y C	Zona alto andina de 3800 a 4800 msnm, suelos pobres, pH ácido, lenta dinámica del ecosistema, clima frío.	Pastos alto andinos. Riqueza y cobertura de especies variable en todo el tramo.	Trasplante de pastos en función a la cobertura natural.
256+000 al 276+000	Sector C	Zona de transición de la puna a la costa con topografía accidentada, suelos pobres y erosionados. Altitud de 3000 a 3800 msnm, precipitación de 300 a 400mm.	Cobertura vegetal dispersa predominando especies arbustivas y cactáceas.	Plantación de estacas y esquejes. Trasplante de cactáceas donde estaban presentes.

Tabla 14: Técnicas propuestas para el trasplante de especies nativas según rango altitudinal y sectores
Fuente: PERU LNG, 2012

Como se aprecia en la tabla anterior, la mayor parte del mejoramiento de la vegetación se enfocó en el trasplante de pasturas alto andinas. Estas zonas se caracterizan por tener climas fríos y con precipitaciones variables. La cobertura vegetal fuera del DdV en estos tramos es variable.

La metodología de trasplante de pastos consistió en la extracción de macollos de fuera del DdV y su instalación en hoyos dentro del DdV. En estos hoyos se agregó previamente estiércol. Para algunos tramos del Sector A se realizó trasplante de esquejes, obtenidos de zonas aledañas al DdV.

Mejoramiento de topsoil

Mediante la incorporación de estiércol de animales de pastoreo (camélidos, ovinos y caprinos principalmente) adquirido en las comunidades campesinas. La incorporación se realizó en hoyos a una profundidad de 30 cm. La dosis utilizada fue de 0.6 t/ha.

Control de especies pioneras

Durante la evaluación de la vegetación se identificaron dos especies con exceso de población dentro del DdV, *Senecio sp* y *Astragalus garbancillo*; ambas especies habían crecido naturalmente y no se encontraban fuera del DdV. Se realizó la disminución de la población de esta especie en forma mecánica y la disposición final de las plantas se realizó dentro del DdV.

Siembra de pastos naturalizados

Se consideró esta actividad para tramos con problemas de erosión y tramos donde se realizaron trabajos de mantenimiento geotécnico. La cantidad utilizada fue de 140 kg de mezcla de semillas en el siguiente porcentaje: 20% de *Dactylis glomerata*, 40% de *Lolium multiflorum* (Rye grass inglés) y 40% de *Trifolium pratense* (Trébol rojo). Se priorizó 1 km en dos tramos de la comunidad de Ayaví.



Figura 14: Plántula de *Salvia sp* trasplantado en el km 1+400

4.1.5 Resultados

- Se realizó el trasplante de especies nativas en 77 km del DdV y siembra de semillas de pastos naturalizados no invasivos en 1km del DdV.
- Se utilizaron 36.75 t de estiércol proveniente de las comunidades campesinas como insumo para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo en 24.5 km del DdV, con un promedio de abonamiento de 0.46 t/km.
- El control de especies pioneras se realizó en 9 km del DdV.
- El prendimiento de las especies trasplantadas en la campaña 2012 – 2013 fue de 79.9% y fue mayor en los sectores A – B y fue disminuyendo hacia el sector C. Factores de clima y pastoreo influyeron en algunas especies.
- Las especies con mayor prendimiento (por encima de 75%) fueron *Brachyotum* sp, *Salvia officinalis*, *Orthosantus* sp, *Chirantodrendrom* sp, *Rhynchospora* sp, *Pennisetum clandestinum*, *Festuca dolichophylla*, *Agrostis* sp, *Carex* sp, *Calamagrostis ovata*, *Alchemilla diplophylla*, *Festuca rigescens*, *Calamagrostis rigescens*, *Xenophyllum* sp, *Calamagrostis* sp, *Scirpus* sp, *Stipa brachyphylla*, *Plantago rigida*, *Distichia muscoides*, *Plantago tubulosa*, *Senecio* sp, *Calamagrostis vicunarum*, *Xenophyllum* sp, y *Poa perligulata*. Las especies con regular prendimiento (de 50 a 75%) son *Baccharis latifolia*, *Muhlenbergia ligularis*, *Senecio* sp, *Stipa ichu* y *Parastrephia* sp. Las especies que menos prendimiento registraron (menos de 50%) fueron *Baccharis* sp, *Stipa obtusa* y *Margiricarpus* sp.
- Se evidenció que para las futuras prácticas de mejoramiento, se debe priorizar al trasplante de material vegetativo de las especies nativas, ya que la cobertura de las especies dominantes y de la vegetación nativa tienen deficiencias en su propagación en forma natural.
- En algunos tramos la vegetación trasplantada era de porte pequeño y la coloración del suelo daba la apariencia de que no había cobertura vegetal, esto se debía a una baja densidad de plantas trasplantadas con referencia a las zonas aledañas. Se propuso un mayor abonamiento e incrementar la densidad de trasplante para las futuras campañas de restauración, para mejorar la apariencia de la cobertura vegetal.

Longitud ejecutada (km)	Actividades (km)			
	Trasplante de Especies Nativas	Mejoramiento de topsoil	Control de especies pioneras	Siembra de pastos naturalizados
80	77	24.5	9	1

Tabla 15: Resumen de trabajos de restauración ejecutados en la campaña 2012 – 2013

Fuente: Elaboración propia

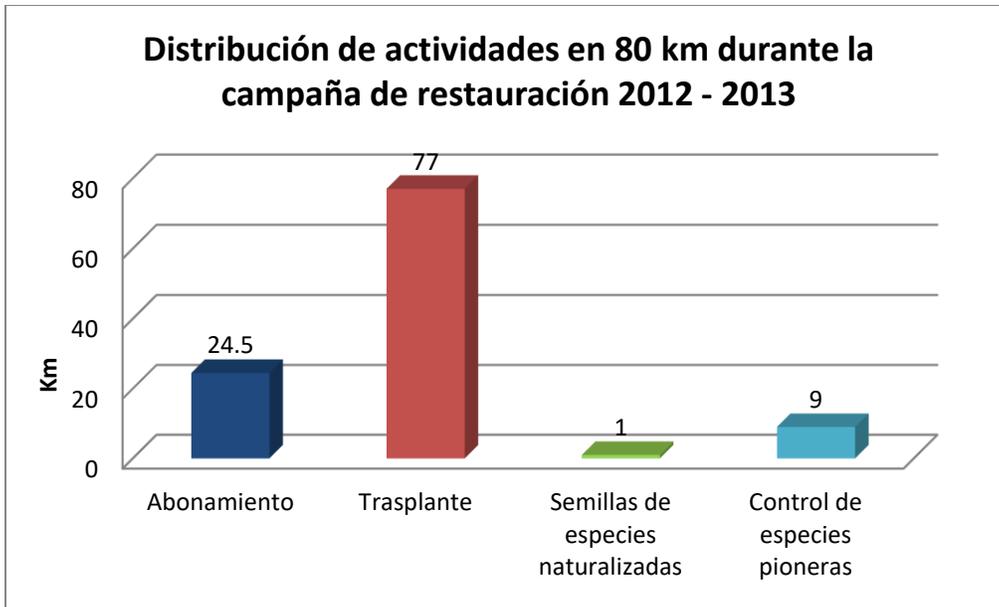


Figura 15: Cantidad de km ejecutados por actividad. En total se realizaron trabajos en 80 km del DdV.

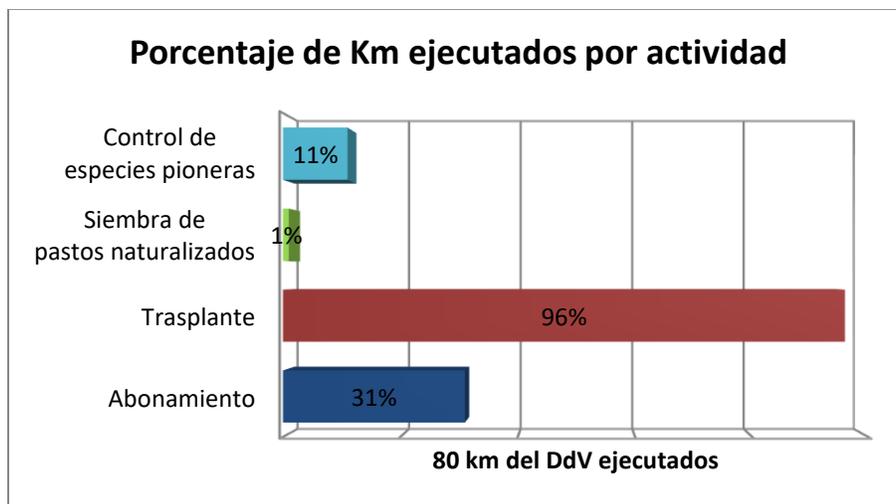


Figura 16: Los trabajos de trasplante se realizaron el 77 km del DdV correspondiente al 96% del total de 80km. La actividad que menos se realizó a lo largo del DdV fue la siembra de semillas naturalizadas, en 1km correspondiente al 1% del total del DdV restaurado.

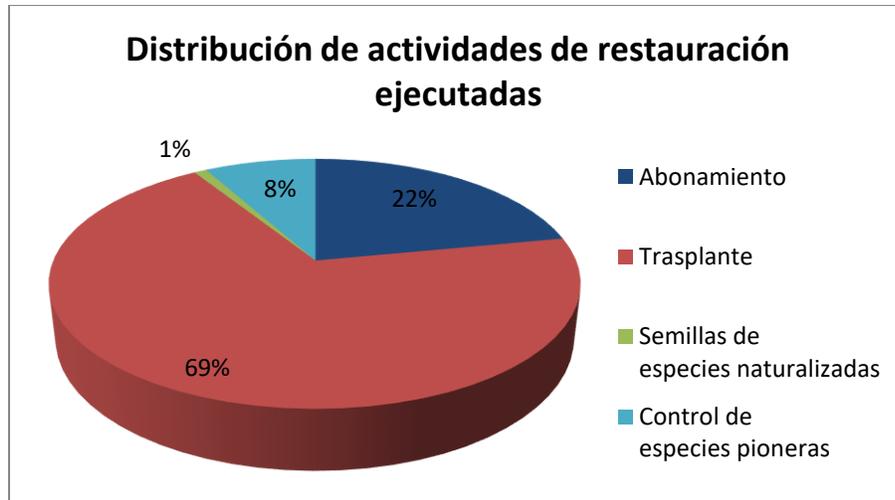


Figura 17: El trabajo que más se ejecutó fue el de trasplante de plantas nativas, ocupando un 69% del total de actividades programadas

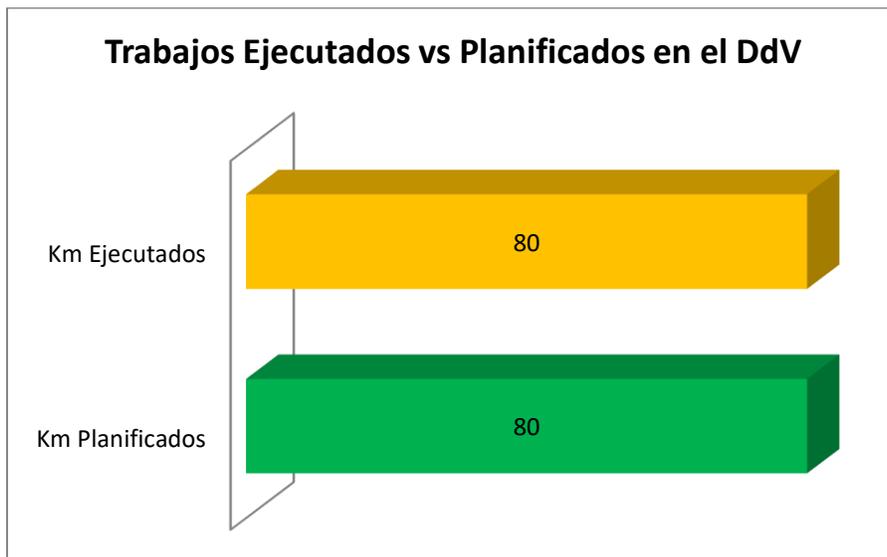


Figura 18: Los trabajos planificados en 80 km del DdV fueron completados en su totalidad.

4.2 Campaña de Restauración 2013 – 2014

4.2.1 Evaluación del estado del DdV

La evaluación en campo tuvo como objetivo determinar el grado de recuperación de la vegetación nativa y suelo en el DdV, la efectividad de los trabajos de restauración de la campaña 2012 – 2013 y proponer un plan de mejoramiento que contemple las prácticas necesarias para la restauración de las especies dentro del DdV en la campaña 2013 – 2014. El estudio se realizó durante los meses de Julio y Setiembre del 2013 y se llevó a cabo en 241 km del DdV, comprendidos entre los kilómetros 0 y 276. Se excluyeron de la evaluación las zonas donde no existe vegetación natural circundante al DdV, terrenos agrícolas, terrenos forestales, áreas rocosas y áreas de uso privado (con cercos perimétricos).

Los parámetros evaluados dentro y fuera del DdV fueron:

- Evaluación de la efectividad de los trabajos de restauración 2012 – 2013:
 - Prendimiento
 - Vigor
 - Cobertura vegetal
 - Grado de erosión
 - Cobertura del suelo

- Evaluación del avance del proceso de restauración y estado del DdV:
 - Grado de erosión
 - Cobertura del suelo
 - Pedregosidad superficial
 - Uso actual
 - Tipo de vegetación
 - Cobertura vegetal
 - Cobertura vegetal nativa
 - Especies dominantes
 - Especies pioneras

La tendencia de la vegetación se mostró estable en la mayor parte del DdV para todos los parámetros evaluados, sin embargo, también se registraron tramos con tendencia positiva para cobertura del suelo, cobertura de especies nativas y cobertura vegetal; y tramos con tendencia negativa para cobertura de especies naturalizadas y pedregosidad superficial, debido al incremento de la cobertura de las especies nativas. De manera general para el DdV, los resultados muestran un progreso positivo de la restauración del DdV.

El prendimiento de las especies trasplantadas varió a lo largo del DdV, siendo mayor en los sectores A – B y fue disminuyendo hacia las zonas más altas de los sectores B – C. Los distintos resultados de prendimiento en las distintas zonas que atraviesa el DdV son producto de la diferencia de clima. En los sectores A y B las precipitaciones fueron mayores y de mayor duración, normalmente se inician en el mes de Noviembre hasta el mes de Abril, y superan los 600mm. Durante la campaña 2012 – 2013, las lluvias se iniciaron en el mes de Noviembre. En las zonas que se encuentran a mayores niveles de altitud el clima es lluvioso y se registran bajas temperaturas, inclusive llegando a valores bajo 0°C que afectan el prendimiento de las especies nativas.

Luego de la evaluación en campo se determinó que los trabajos de restauración de la campaña 2012 – 2013 obtuvieron un prendimiento promedio de 79.9%.

Según los resultados mostrados, se identificaron las siguientes necesidades de realizar prácticas de mejora en la campaña de restauración 2013 – 2014:

- Trasplante de especies nativas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 - En el sector C, el esqueje debe ser colocado en hoyos de tamaño similar al diámetro del esqueje. El ápice del esqueje debe ser colocado a nivel del suelo, dejando un espacio alrededor del esqueje que sirva para la acumulación de agua.
 - En los tramos de los sectores B, los esquejes deben ser establecidos en la superficie del suelo, a fin de evitar su erosión por la pendiente del terreno y las lluvias.
 - El distanciamiento entre plantas debería ser de 2m en arbustivas, 1m en pajonales y de 0.5 a 1m en césped de puna, según la densidad encontrada fuera del DdV, a fin de asegurar una mejor densidad de plantas dentro del DdV.
 - Los esquejes de las especies de porte alto deben tener un diámetro mínimo de 15 cm a fin de asegurar una mayor sobrevivencia de las especies y un rápido desarrollo de la planta.
 - Utilizar especies nativas cuyo prendimiento fue superior al 40% en la campaña 2012 – 2013.
- Ejecutar actividades de restauración en aproximadamente 25 km del DdV donde se habían realizado trabajos durante la campaña 2012 – 2013. La ubicación de estas áreas del DdV corresponde a las zonas más altas.
- Mejoramiento del topsoil mediante la aplicación de estiércol de animales de pastoreo propios de las comunidades donde se realizaron los trabajos de restauración. Este abono natural comúnmente contiene semillas de pastos de la zona.
 - Utilizar dosis bajas y medias en suelos (0.6, 1.0, 1.5 y 2.0 t/ha). Las dosis de 0.6 t/ha deben utilizarse en suelos de zonas bajas y en los tramos donde ya se ha practicado el abonamiento en campañas anteriores, la dosis de 1.0 t/ha a utilizar en los pastizales de zonas altas del tramo A – B, dosis de 1.5 t/ha a utilizar en zonas altas del tramo B – C y dosis de 2 t/ha para el sector C.
 - La aplicación del abono debe realizarse al voleo sobre la superficie del suelo y luego debe ser incorporada al suelo realizando una labranza mínima a fin de no dañar a la vegetación existente.
 - El estiércol debe estar en buen estado de almacenamiento y no húmedos para no dificultar el traslado y el trabajo.
- Control de especies pioneras en áreas requeridas donde su cobertura es mayor que la cobertura dominante en zonas adyacentes al DdV.

4.2.2 Criterios de selección de área a intervenir

Luego de tomar conocimiento sobre el estado del DdV. A través de la evaluación en campo, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para definir las zonas que serían intervenidas en la siguiente campaña de restauración.

- Zonas donde se requería incrementar la cobertura vegetal nativa en el DdV, priorizando las zonas donde la cobertura vegetal dentro del DdV era menor al 50% con respecto a la cobertura de su entorno.
- Zonas donde se requería incrementar la vegetación nativa dominante de la zona.
- Control de especies pioneras.

- Zonas donde se requería mejorar los resultados de la campaña anterior.
- La campaña se debía ajustar al presupuesto aprobado.

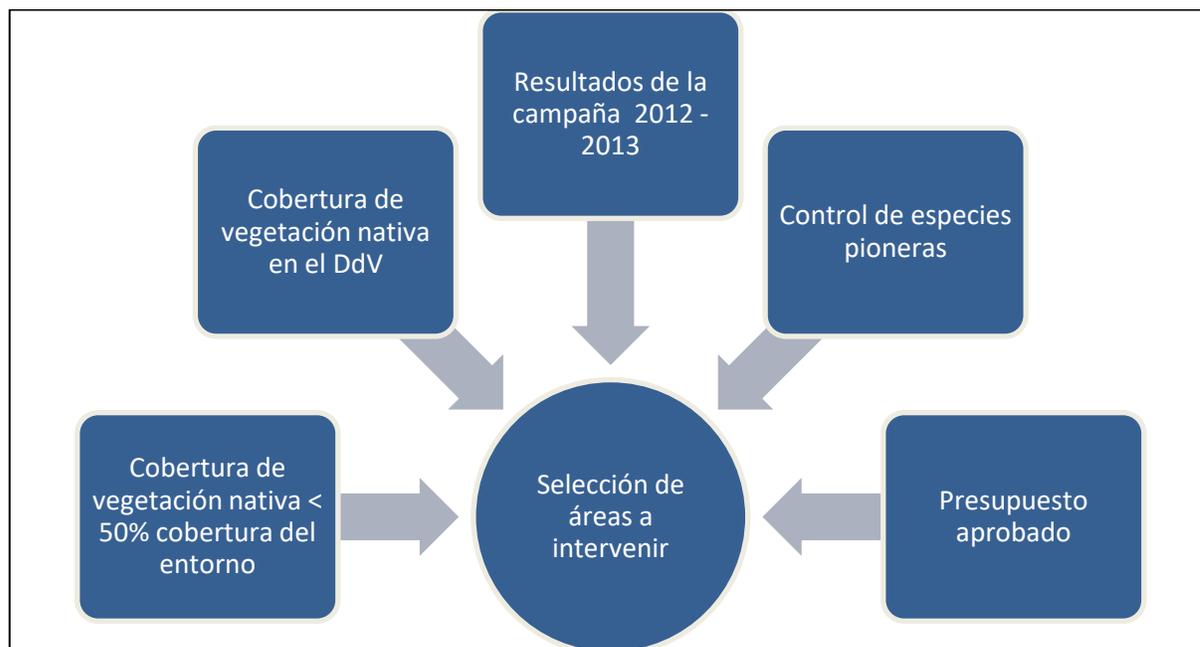


Figura 19: Criterios de decisión para la selección de áreas a intervenir durante la campaña de restauración 2013 – 2014

4.2.3 Planificación y metas de la campaña de restauración 2013 – 2014

De los resultados de la evaluación del DdV del año 2013 y los criterios de selección de las zonas a restaurar se planificaron los trabajos de la campaña de restauración 2013 – 2014 en 62.17 km donde se realizarían trabajos de trasplante de especies nativas, mejoramiento del suelo y control de especies pioneras, según se indica a continuación:

- Intervención con actividades de restauración en 62.17 km del DdV.
- Trasplante con especies nativas en 61.17 km del DdV.
- Mejoramiento de suelo con la incorporación de 266 t de estiércol local dentro de los 62.17 km seleccionados.
- Control de especies pioneras sobre el DdV en zonas específicas.

De los 62.17 km planificados para realizar distintos trabajos de restauración, en 25.3 km ya se habían realizado trabajos de restauración durante la campaña anterior 2012 – 2013, lo que corresponde al 40.7% de la distancia planificada para la campaña 2013 – 2014.

4.2.4 Implementación de la campaña

Ejecución del trabajo

El trabajo efectivo en campo se inició en diciembre del 2013, culminándose en febrero del 2014. Se ejecutaron tres actividades: trasplante de especies nativas, mejoramiento de suelo y control de especies pioneras.

Trasplante de especies nativas

El trasplante se realizó en las zonas que presentaron baja cobertura de la vegetación nativa y/o baja presencia de especies dominantes. El objetivo del trasplante fue acelerar el establecimiento de las especies perennes y dominantes de baja propagación, o que por motivos ambientales su proceso de propagación sea lento. El trasplante consideró la utilización de mayor cantidad de material vegetativo a la empleada en campañas anteriores debido a que en las zonas aledañas al DdV en los tramos más altos del sector B la propagación de especies nativas por semilla botánica es limitada por el sobrepastoreo, que reduce la producción de semillas de las especies dominantes y de mayor cobertura. En el tramo del sector C la producción de semillas de las especies dominantes es posible debido a su baja palatabilidad, sin embargo, la irregularidad de las precipitaciones no permitió una adecuada propagación. En la Tabla 16 se muestra un resumen de las técnicas utilizadas por cada zona.

Tramo	Sectores	Características	Vegetación	Técnica Utilizada
125+500 al 255+000	Sectores B y C	Zona alto andina de 3800 a 4800 msnm, suelos pobres, pH ácido, lenta dinámica del ecosistema, clima frío.	Pastos alto andinos. Riqueza y cobertura de especies variable en todo el tramo.	Trasplante de pastos en función a la cobertura natural.
256+000 al 276+000	Sector C	Zona de transición de la puna a la costa con topografía accidentada, suelos pobres y erosionados. Altitud de 3000 a 3800 msnm, precipitación de 300 a 400 mm.	Cobertura vegetal dispersa predominando especies arbustivas y cactáceas.	Plantación de estacas y esquejes.

Tabla 16: Técnica utilizada para el trasplante de especies por sectores

Fuente: PERU LNG, 2013

El trasplante de pastos consistió en la extracción de macollos fuera del DdV y su instalación en hoyos dentro del DdV. Para esta campaña, se propuso un distanciamiento del trasplante de acuerdo a la cobertura vegetal existente fuera del DdV. Adicionalmente, para el sector C se utilizó el trasplante de esquejes y plántulas, los cuales fueron seleccionados con todas las características de vigor necesarias para su supervivencia.

Mejoramiento de suelo

Esta actividad consistió en la aplicación de estiércol de ganado ovino, alpacuno y caprino.

La aplicación de estiércol tuvo dos objetivos:

- Primero, como enmienda orgánica para la superficie del suelo del DdV, en los suelos con bajo contenido de materia orgánica del DdV y para apoyar el establecimiento de las especies nativas. La mejora del contenido de materia orgánica tiene una función integral como mejorador del suelo tanto en la parte física, química, hídrica y biológica a largo plazo. Su aplicación en los suelos del DdV fue superficial, siendo aplicada en dosis medias y altas entre 0.6 t/ha a 2 t/ha
- Segundo, en suelos áridos del sector C, mejorar la fisionomía del suelo con el cambio de coloración similar a los suelos adyacentes fuera del DdV.

El control de calidad del estiércol empleado fue realizado por el equipo de Medio Ambiente, enfocándose en las cantidades, que el estiércol no se encuentre muy húmedo y que no esté mezclado con tierra.

Control de especies pioneras

Para su control se tuvo en cuenta la cobertura de las especies pioneras dentro del DdV, determinándose intervenir las zonas que presentaban una cobertura de especies pioneras mayor al 30%. El control de especies pioneras se debe realizar hasta un 30% de cobertura, que no impide la colonización de otras especies consideradas deseables para la ecología y ganadería. Las plantas extraídas fueron colocadas en el mismo lugar a fin de mejorar la cobertura orgánica del suelo con sus beneficios, y permitir el desarrollo de otras especies.



Figura 20: Plántula de *Grindelia sp* trasplantada en el km 259+200

4.2.5 Resultados

- Se restauraron un total de 62.17 km en 66 días efectivos y 76 días calendarios, por lo que se estima un rendimiento promedio de avance de 1.06 km/día.
- Se incorporó un total de 266.06 t de estiércol de corral en los tramos restaurados, lo cual da un promedio de 4.28 t/km.
- Se realizó control de especies pioneras en 1 km.
- En la Tabla 17 se muestra el resumen de las actividades ejecutadas durante la campaña de restauración 2013 – 2014. Las Figuras 21, 22 y 23 muestran el cumplimiento de los trabajos planificados, en kilómetros por actividad
- Del total de kilómetros restaurados, 25.3 km corresponden a zonas donde ya se habían realizado trabajos en la campaña anterior 2012 – 2013. Por lo tanto, en el 40.7% del área trabajada se implementaron mejoras según la campaña anterior, lo cual incluyó el empleo de especies nativas dominantes, incremento de dosis de abonamiento según lo considerado en la evaluación del DdV en campo. En el Anexo 04 se muestra, a manera de referencia y con una escala de 1 km, las zonas del DdV, donde se han realizado trabajos de restauración en más de una campaña.
- El prendimiento fue mayor en las zonas altas del sector B, entre los km 150 – 230 aproximadamente y fue disminuyendo en el sector C. Las especies con mayor prendimiento (por encima de 75 %) fueron *Baccharis sp*, *Stipa sp*, *Calamagrostis sp*, *Scirpus sp*, *Stipa brachyphylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca rigescens*, *Calamagrostis rigescens*, *Plantago rigida*, *Xenophyllum sp*, *Senecio sp*, *Distichia muscoides*, *Poa perligulata*, *Calamagrostis ovata*, *Calamagrostis eminens*, *Opuntia sp*, *Alchemilla diplophylla*. Las especies de regular prendimiento fueron *Stipa obtusa*, *Stipa ichu*, *Pycnophyllum sp*. Especies como *Stipa ichu*, por lo general se propagan naturalmente por semillas, sin embargo, en algunos hábitats, se registró escasa propagación debido al sobrepastoreo, razón por la cual fueron trasplantados. Las especies de bajo prendimiento fueron *Parastrephia sp*, *Grindelia*, *Juniellia*, *Bidens*, *Margiricarpus*.
- Se determinó que para las siguientes etapas de restauración las prácticas más apropiadas para la mejora de la vegetación son el abonamiento con estiércol de la zona y al trasplante de especies nativas. Estas actividades permitirán ayudar parcialmente a controlar la erosión moderada existente dentro del DdV, así como incrementar la cobertura vegetal de especies naturales.

Longitud ejecutada (km)	Trasplante de especies nativas (km)	Mejoramiento de topsoil (km)	Control de especies pioneras (km)
62.17	61.17	60.1	1

Tabla 17: Resumen de trabajos de restauración ejecutados en la campaña 2013 – 2014

Fuente: Elaboración propia

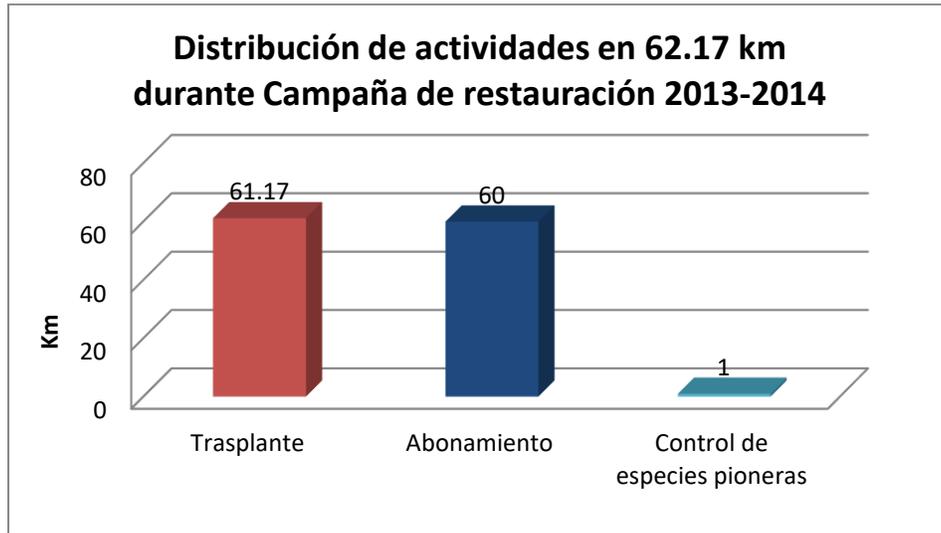


Figura 21: Cantidad de km ejecutados por actividad. En total se realizaron trabajos en 62.17 km del DdV.

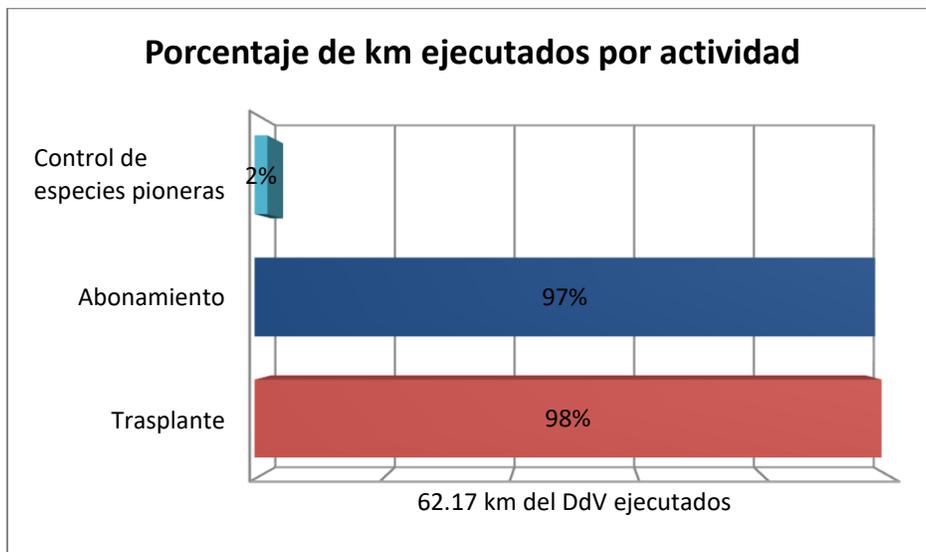


Figura 22: Los trabajos de trasplante de especies nativas se realizaron en 61.17 km del DdV, correspondiente al 98% de la longitud del DdV donde se realizaron trabajos de restauración. El abonamiento y control de especies pioneras se realizaron en 60 y 1 km correspondiente al 97% y 2% del tramo del DdV ejecutado para la campaña de restauración 2013 – 2014.

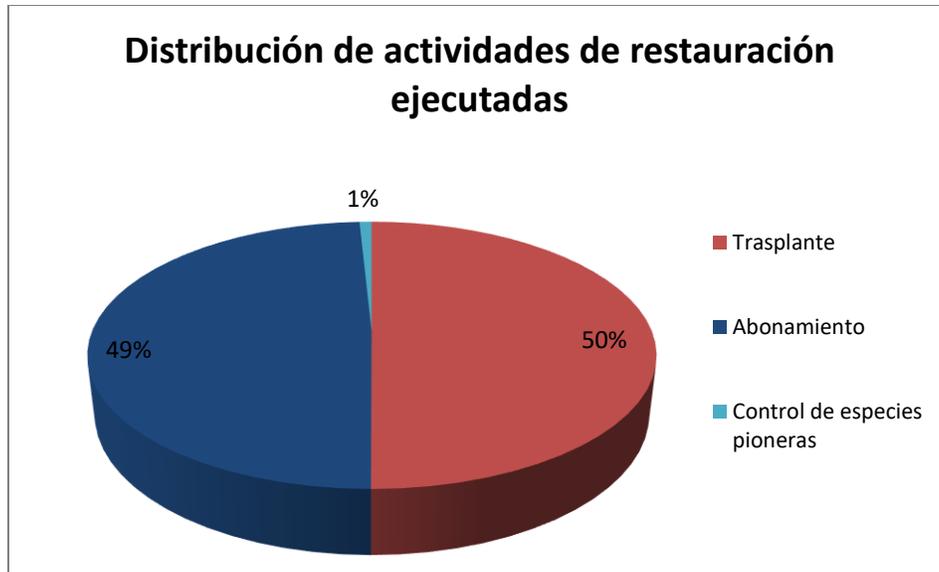


Figura 23: Los trabajos que más se ejecutaron fueron el trasplante de especies nativas y el abonamiento, con 50 y 49% de las actividades ejecutadas correspondientemente

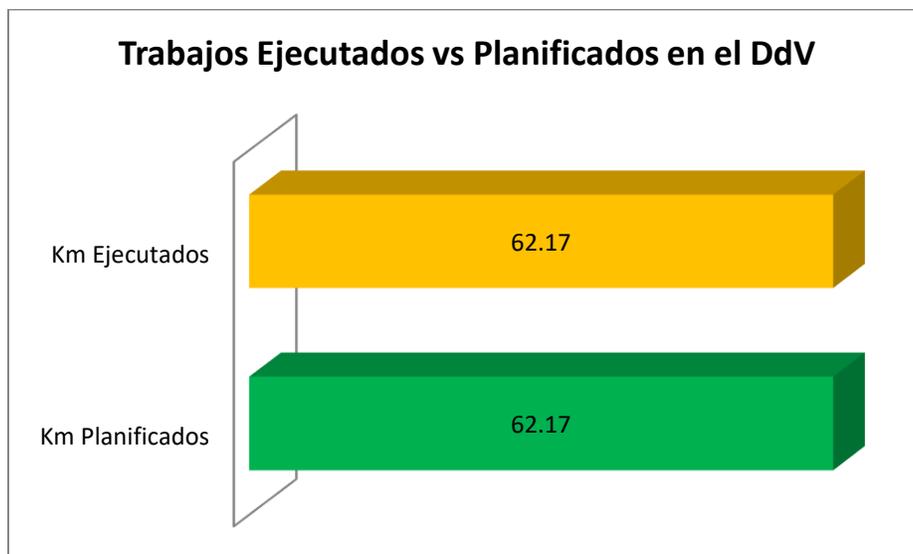


Figura 24: Los trabajos planificados en 62.17 km del DdV fueron completados en su totalidad

4.3 Campaña de Restauración 2014 – 2015

4.3.1 Evaluación del estado del DdV

La evaluación se llevó a cabo en 241 km del gasoducto de PERU LNG comprendidos en el tramo desde el km 0+000, centro poblado de Chiquintirca, Departamento de Ayacucho, al km 276+000 comunidad de Huancacasa, en la Departamento de Huancavelica. Se excluyeron de la evaluación tierras sin vegetación, agrícolas, forestales, rocosas y de uso privado (áreas cercadas). El estudio tuvo como objetivo evaluar las condiciones del DdV unos meses después de haberse concluido los trabajos de restauración en la

campaña 2013 – 2014, determinar el grado de recuperación de la vegetación nativa y plantear lineamientos para contribuir en la elaboración del plan de restauración para la campaña 2014 – 2015. La evaluación se realizó entre los meses de Julio a Setiembre del 2014. A continuación, los parámetros evaluados en la evaluación.

- Evaluación del topsoil:
 - Grado de erosión
 - Cobertura del suelo
 - Pedregosidad superficial
 - Uso actual
 - Materia orgánica

- Evaluación de la vegetación nativa:
 - Tipo de vegetación
 - Especies dominantes
 - Especies pioneras
 - Cobertura vegetal

- Evaluación de la efectividad de los trabajos de la campaña 2013 – 2014:
 - Prendimiento
 - Vigor
 - Cobertura vegetal

Los resultados indicaron que para el año 2014 la mayor parte del DdV estaba cubierto por praderas naturales, ocupando 153 km del DdV (dentro de los 276 km evaluados). El grado de recuperación del DdV es excelente y bueno en la mayoría del tramo. La cobertura del suelo del DdV presenta 241 km con un grado de recuperación regular a excelente. Para la cobertura vegetal total (nativas y naturalizadas) se registraron 202 km de recuperación regular a excelente. Para la cobertura de la vegetación nativa se registraron 185.5 km del DdV con recuperación regular a excelente.

El prendimiento de las especies trasplantadas fue mayor en los tramos del sector B y fue disminuyendo en el sector C. Las especies con mayor prendimiento (por encima de 75%) fueron *Baccharis* sp, *Stipa* sp, *Calamagrostis* sp, *Scirpus* sp, *Stipa brachyphylla*, *Calamagrostis vicunarium*, *Festuca rigescens*, *Calamagrostis rigescens*, *Plantago rigida*, *Xenophyllum* sp, *Senecio* sp, *Distichia muscoides*, *Poa perligulata*, *Calamagrostis ovata*, *Calamagrostis eminens*, *Opuntia* sp, *Alchemilla diplophylla*.

Las especies de regular prendimiento fueron *Stipa obtusa*, *Stipa ichu*, *Pycnophyllum* sp. Especies como *Stipa ichu*, por lo general se propagan naturalmente por semillas, sin embargo, en algunas zonas se registró escasa propagación debido al sobrepastoreo, razón por la cual fueron trasplantados durante la campaña de restauración 2013 – 2014.

Los géneros de plantas de bajo prendimiento fueron *Parastrephia*, *Grindelia*, *Juniellia*, *Bidens*, *Margiricarpus*. Estas especies son sensibles a la falta de agua, razón por la cual se redujo el prendimiento, sobre todo en los sectores B y C.

En cuanto a la cobertura vegetal total, el grado de recuperación es alto para la mayor parte del DdV, sobre todo en áreas de los sectores A y C. Las zonas de regular y baja recuperación se encuentran en el sector B, en zonas altas y donde se observa que el proceso de desarrollo de las especies vegetales es muy lento por las condiciones ambientales y de manejo (baja temperaturas, y sobrepastoreo).

La cobertura de la vegetación nativa tiene un alto grado de recuperación (buena a excelente) en la mayor parte del DdV, sobre todo en los sectores A y C. Estos hábitats tienen condiciones ambientales favorables de suelo y clima, además de un bajo efecto del sobrepastoreo.

En algunas zonas aún se requiere incrementar la materia orgánica de manera superficial para estimular el desarrollo de las plantas más jóvenes al interior del DdV.

De la interpretación de imágenes satelitales y los mapas interactivos se evidenció una mejoría de la restauración de la cobertura vegetal del DdV, notándose un incremento en los pastos nativos y una disminución de pastos en recuperación (que pasaron a clasificarse como pastos nativos). Los mapas interactivos, desarrollados a partir de los resultados de la interpretación de imágenes satelitales, permitieron identificar con un buen nivel de detalle las zonas donde hay cambios de tipo de cobertura vegetal.

Según los resultados mostrados, se identificaron las siguientes necesidades de realizar prácticas de mejora en la campaña de restauración 2014 – 2015:

- Para la mejora de la vegetación nativa, cobertura de especies dominantes y la riqueza de especies se propuso al trasplante de plantas nativas:
 - El distanciamiento entre plantas deberá de ser como máximo de 2 m en arbustivas, 1m en pajonales y de 0.5 a 1 m en césped de puna, según la densidad encontrada fuera del DdV, a fin de asegurar una mejor densidad de plantas dentro del DdV.
 - Utilizar especies nativas cuyo prendimiento fue superior al 40% en la campaña 2012 – 2013 y 2013 – 2014 según las zonas donde se desarrollan naturalmente.
- Realizar trabajos de revegetación en aproximadamente 18 km restaurados en la campaña anterior 2013 – 2104, además de realizar trabajos de abonamiento en aproximadamente 28 km restaurados en la campaña anterior.
- Aplicar estiércol de animales de pastoreo para incrementar materia orgánica en el DdV, bajo las siguientes consideraciones:
 - Utilizar dosis medias (1, 1.5 y 2 t/ha) en suelos. La dosis de 1 t/ha se utilizará en los pastizales de zonas altas del sector B, dosis de 1.5 t/ha se utilizará en zonas altas de los sectores B – C, y las dosis de 2 t/ha se utilizará en los del sector C.
 - La aplicación del abono debe realizarse al voleo sobre la superficie del suelo y luego debe ser incorporada al suelo con zapapicos, mezclándolo con el suelo realizando una labranza mínima a fin de no dañar a la vegetación existente, para cambiar el color de suelo y aparezcan las plantas

anuales y perennes porque a mayor profundidad causaría la muerte de semillas que están juntamente con el estiércol.

- El estiércol debe estar en buen estado de almacenamiento y seco para no dificultar el traslado y el trabajo.

4.3.2 Criterios de selección de áreas a intervenir

Con los resultados de la evaluación del estado del DdV se definieron los siguientes criterios para definir las zonas que serían intervenidas en la siguiente campaña de restauración.

- Zonas donde la cobertura vegetal dentro del DdV era menor al 40% con respecto a la cobertura de su entorno.
- Zonas donde se requería incrementar dosis de abonamiento.
- Zonas donde se requería incrementar la cobertura vegetal nativa dominante en el DdV.
- Control de especies pioneras.
- Zonas donde se requería mejorar los resultados de la campaña anterior.
- La campaña se debía ajustar al presupuesto aprobado.



Figura 25: Criterios de decisión para la selección de áreas a intervenir durante la campaña de restauración 2014 – 2015

4.3.3 Planificación y metas de la campaña de restauración 2014 - 2015

De acuerdo con los criterios de selección de áreas a restaurar en el DdV se planificaron los trabajos de la campaña de restauración 2014 – 2015 en 55.45 km donde se realizarían trabajos de trasplante de especies nativas, mejoramiento del suelo y control poblacional de especies pioneras, según se indica a continuación:

- Mejorar la cobertura de especies nativas dominantes dentro del DdV.
- Mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo en el DdV.
- Recuperar la cobertura vegetal total para estabilizar el suelo y evitar la erosión en el DdV.
- Intervención con actividades de restauración.
- Revegetación con especies nativas (trasplante).
- Mejoramiento de suelos con la incorporación de 308.84 t de estiércol de animales de pastoreo en 54.99 km priorizados del DdV.
- No realizar poda de la parte aérea de las plantas trasplantadas con la finalidad de buscar una similitud entre la altura de la vegetación existente fuera del DdV con la incorporada al interior del DdV.
- Control de especies pioneras en 7.5 km sobre el DdV en áreas determinadas.

De los 55.45 km planificados para realizar trabajos de restauración, en 28.145 km ya se habían realizado trabajos de restauración durante la campaña anterior 2013 – 2014, lo que corresponde al 50.8% de la longitud de km planificados para la campaña 2014 – 2015.

4.3.4 Implementación de la campaña

Ejecución del trabajo

El trabajo efectivo en campo se inició en diciembre del 2014 en la comunidad, culminándose en febrero del 2015. Se ejecutaron tres actividades: trasplante de especies nativas, mejoramiento de suelo y control de especies pioneras.

Trasplante de especies nativas

El trasplante se realizó en menor proporción de área para esta campaña, pero en mayor densidad y se emplearon especies dominantes que demostraron buen desarrollo en los últimos años con la finalidad asemejar la cobertura del DdV con la del paisaje circundante.

El trasplante del DdV se realizó en los primeros tramos y las zonas altas del sector B y en una sección del sector C, A diferencia de otros años el trasplante se realizó de manera más focalizada, no abarcando grandes extensiones, sino más bien en aquellos tramos puntuales donde era requerida la recuperación de la vegetación.

Mejoramiento de suelo

Se incorporó estiércol de camélidos, ovinos y caprinos en mayor proporción que en años anteriores, según lo recomendado en la evaluación previa. Durante los trabajos se verificaba la calidad del estiércol empleado y que no contenga tierra y piedras.

Control de especies pioneras

Se intervinieron zonas que presentaban una cobertura de especies pioneras mayor al 30% del DdV. Una vez realizado el control de estas especies, que no se encuentran cerca al DdV, se abonaba para promover el desarrollo de plantas presentes en el paisaje, dado que el estiércol de animales de pastoreo contiene semillas de plantas adyacentes al DdV.



Figura 26: Stipa trasplantada km 10+500

4.3.5 Resultados

- Se restauraron un total de 55.45 km.
- Los trabajos que se ejecutaron fueron actividades de mejoramiento de suelo, trasplante de plantas nativas y control de especies pioneras.
- Se utilizaron 308.84 t de estiércol como insumo para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. El promedio de abonamiento fue de 5.57 t/km.
- Se realizaron distintos trabajos de restauración en 28.14 km que ya habían tenido intervención en la campaña anterior.
- Se realizó el control de especies pioneras (*Astragalus* sp) en 7.5 km.
- La Tabla 18 muestra el resumen de las actividades y las Figuras 27, 28, 29 y 30 presentan el cumplimiento de los trabajos planificados, en kilómetros por actividad

- Se realizaron trabajos en 28.14 km en los que también se habían ejecutado trabajos durante la campaña anterior 2013 – 2014. En el Anexo 04 se muestra, a manera de referencia y con una escala de 1 km, las zonas del DdV donde se han realizado trabajos de restauración en más de una campaña.
- La eficiencia del trasplante en esta campaña fue de 76.4%, ligeramente inferior al obtenido la campaña anterior de 78.7%. Algunos factores que influyeron en este resultado tuvieron que ver más con las especies utilizadas en el trasplante. Las especies con menor prendimiento fueron *Stipa obtusa*, *Parastrephia* sp, *Pycnophyllum* sp, *Diplosthepium* sp, *Margiricarpus* sp, *Azorella* sp, que a diferencia del año anterior, registraron mayores niveles de prendimiento; en el caso de *Salvia officinalis*, fue la primera vez que se realizó el trasplante. Las demás especies presentaron buenos niveles de prendimiento.
- Luego de la campaña de restauración 2014 – 2015 la mayor parte del DdV se muestra cubierto principalmente por praderas naturales ocupando 157.5 km del DdV, otros usos son para arbustivas, uso agrícola, entre otros. Fuera del DdV el comportamiento es similar, pero con un ligero incremento en la pradera nativa y el área agrícola en uso, y una disminución en las áreas agrícolas en descanso, arbustivas.
- Las áreas de Praderas mejoradas (con pastos naturalizados) han disminuido, lo cual es un buen indicador ya que esto significa que las especies nativas vienen reemplazando a las especies naturalizadas.
- Las coberturas del suelo dentro del DdV en el sector A, C y parte del sector B son similares o superiores al registrado fuera del DdV. Las condiciones climáticas favorecen esta mejora, aunque la escasa precipitación no es favorable en el sector C, el desarrollo de los trabajos de restauración parece compensar esta mejora. Sin embargo, la cobertura sigue siendo baja en el tramo de mayor altitud en el sector B sobre todo por encima de los 4600 msnm.

Longitud ejecutada (km)	Trasplante de especies nativas (km)	Mejoramiento de topsoil (km)	Control de especies pioneras (km)
55.45	27.12	54.99	7.5

Tabla 18: Resumen de trabajos de restauración ejecutados en la campaña 2014 - 2015
Fuente: Elaboración propia

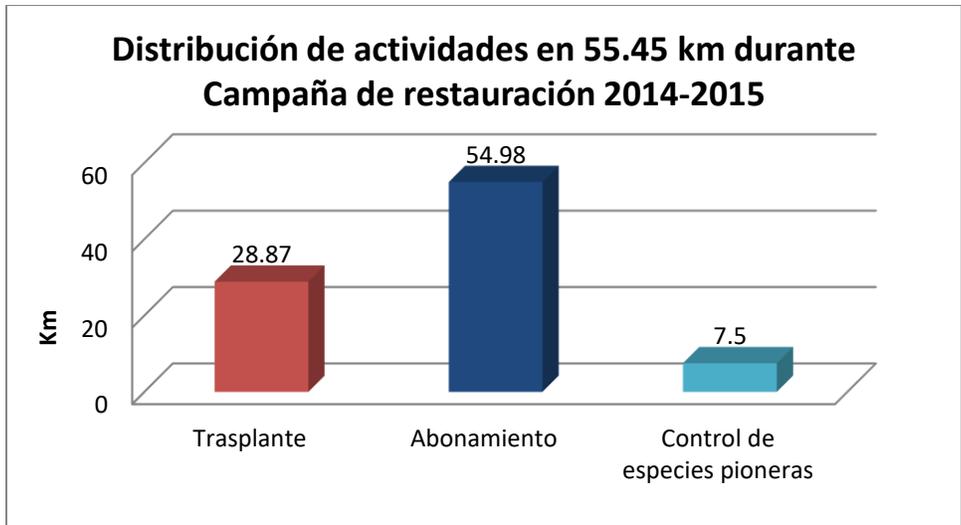


Figura 27: Cantidad de km ejecutados por actividad. En total se realizaron trabajos en 55.45 km del DdV.

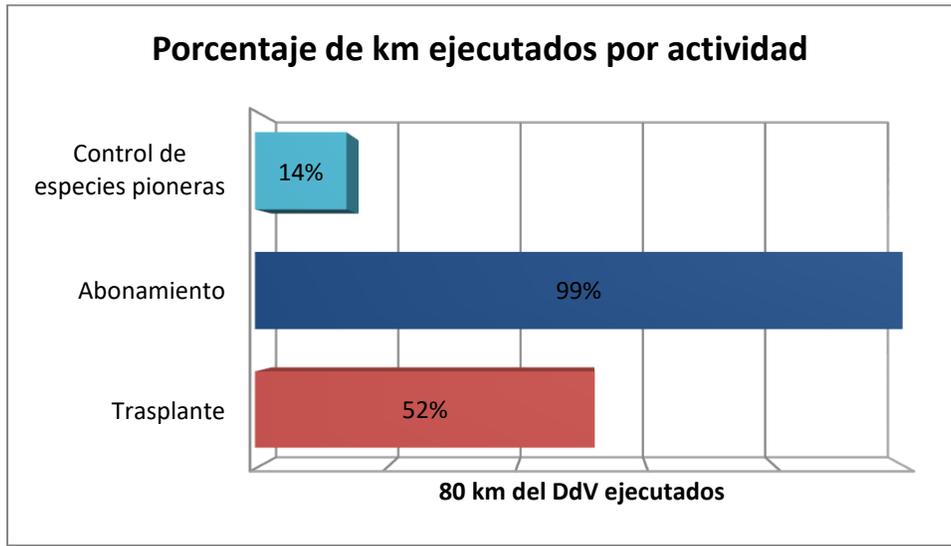


Figura 28: Los trabajos de trasplante de especies nativas se realizaron en 55.45 km del DdV, correspondiente al 52% de la longitud del DdV donde se realizaron trabajos de restauración. El abonamiento y control de especies pioneras se realizaron en 54.98 y 7.5 km correspondientes al 99% y 14% del tramo del DdV donde se realizaron trabajos durante la campaña de restauración 2014 - 2015

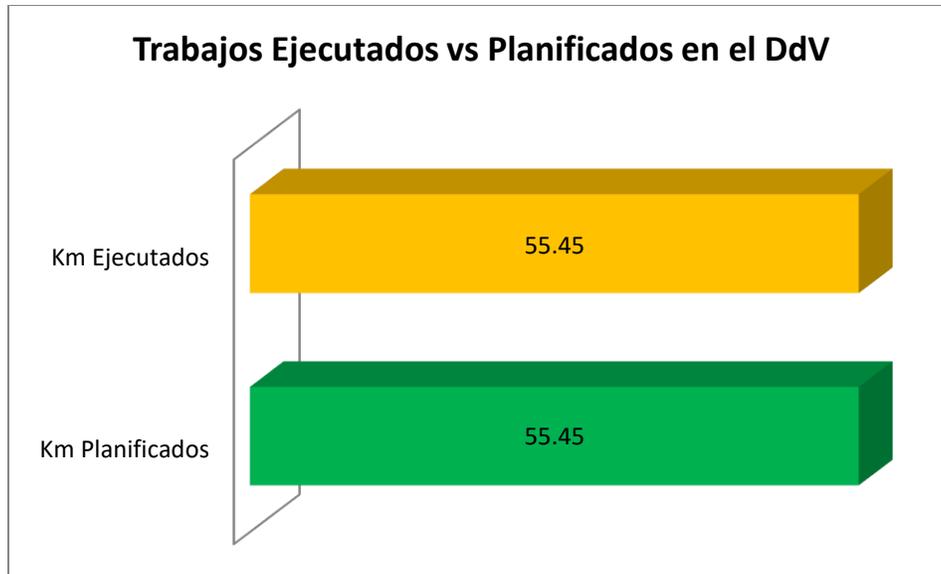


Figura 29: Los trabajos planificados en 55.45 km del DdV fueron completados en su totalidad.

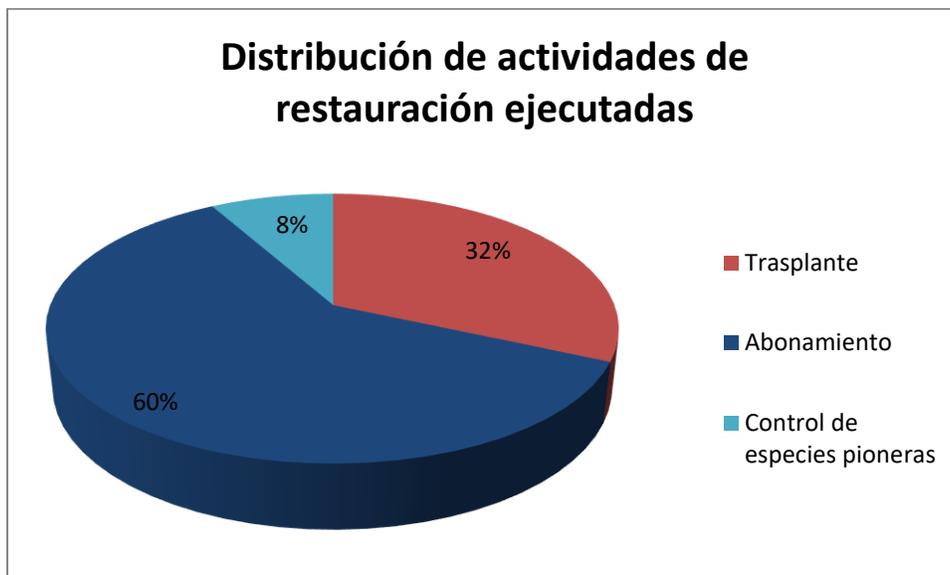


Figura 30: Durante la campaña de restauración 2014 – 2015 el trabajo que más se realizó fue el de abonamiento, en un 60%, seguido por el de trasplante y control de especies pioneras, 32% y 8% respectivamente

4.4 Progreso de la restauración del DdV

Durante el periodo 2012 – 2015 se realizaron trabajos de restauración en 197.62 km, de los cuales en 165.29 km se realizaron trabajos de trasplante de especies nativas y en 139.59 km se realizaron trabajos de mejoramiento de topsoil. Esto indica que los trabajos mencionados se realizaron en 84% y 71%, respectivamente, del total de kilómetros restaurados del DdV. La Tabla 19 muestra el total de las actividades desempeñadas en este periodo.

Campaña	km Trabajados sobre el DdV	Trasplante de especies nativas (km)	Mejoramiento de topsoil (km)	Control de especies pioneras (km)	Siembra de pastos naturalizados (km)
2012 - 2013	80	77	24.5	9	1
2013 - 2014	62.17	61.17	60.1	1	0
2014 - 2015	55.45	27.12	54.99	7.5	0
Total	197.62	165.29	139.59	17.5	1
		84%	71%	9%	0.5%

Tabla 19: Cantidad de kilómetros del DdV donde se realizaron actividades de restauración durante el periodo 2012 – 2015

Fuente: Elaboración propia

Conforme se avanzaba en la restauración del DdV, para cada campaña se realizaban cambios en la evaluación, criterios de selección de áreas a restaurar y tipos de trabajo, lo cual se ve reflejado en la Figura 31.

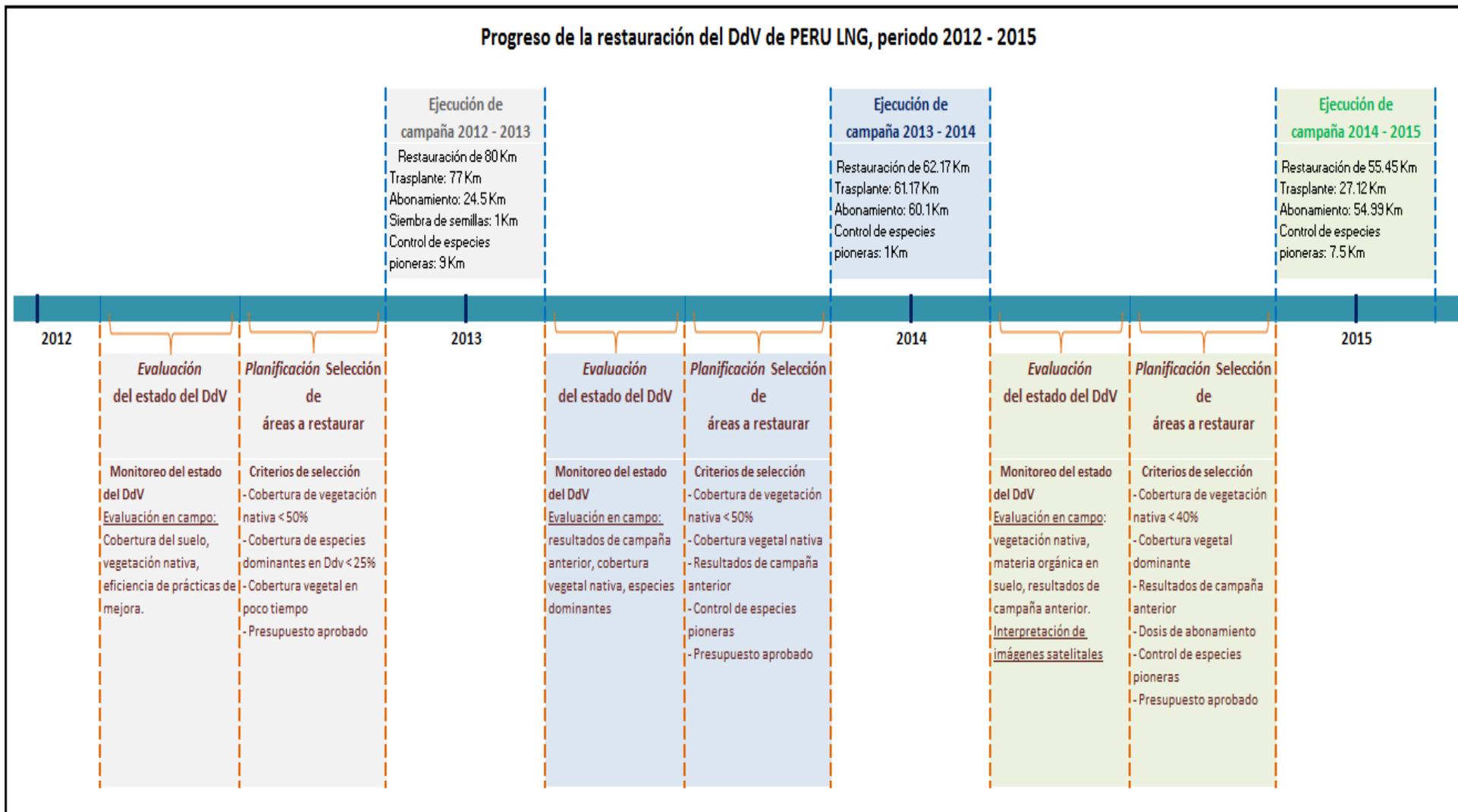


Figura 31: Línea de tiempo que muestra el progreso de la restauración, evaluaciones y resultados de las tres campañas de restauración durante el periodo 2012 – 2015

Fuente: Elaboración propia

De los 197.62 kilómetros donde se practicaron actividades de restauración, en 53.445 km se realizaron trabajos en más de una campaña. Estas áreas corresponden sobre todo a las zonas altas del DdV, por encima de los 4000 msnm. En el Anexo 04 se muestra de manera referencial las zonas del DdV donde se han realizado trabajos en más de una campaña de restauración dentro del periodo 2012 – 2015.

A pesar de que cada vez se reducía la longitud del DdV donde se realizaban trabajos de restauración, la cantidad de abono (estiércol) requerido fue incrementando en cada campaña. Este incremento en la aplicación de abono al DdV fue una oportunidad de mejora detectada tras la evaluación de la campaña de restauración. Se puede observar que para la campaña 2014 – 2015 se empleó más del 50% de la cantidad total empleada durante el periodo 2012 – 2015. En la Tabla 20 se aprecia la cantidad de estiércol empleado para cada campaña de restauración y el incremento, en el tiempo, de la cantidad promedio de estiércol por kilómetro.

Campaña	Total de km trabajados	Mejoramiento de topsoil (km)	Abonamiento (t)	Cantidad promedio de abono por kilómetro (t/km)
2012 – 2013	80	24.5	36.75	1.5
2013 – 2014	62.17	60.1	266	4.43
2014 – 2015	55.45	54.99	308.84	5.61
Total	197.62	139.59	611.59	4.38

Tabla 20: Cantidad de abono empleado en cada campaña de restauración.

Fuente: Elaboración propia

En la campaña de restauración 2012 – 2013 se trabajaron 80 km, en 42 km aproximadamente no se volvieron a realizar trabajos por lo que se infiere que se logró una efectividad de restauración del 52%. Para la siguiente campaña 2013 – 2014 se trabajaron 62.17 km, de los cuales en aproximadamente 38 km no se volvieron a realizar trabajos de restauración, por lo que se infiere que se logró una efectividad del 61%. En la campaña 2014 – 2015 se realizaron trabajos en 55.45 km, en aproximadamente 41 km no se volvieron a realizar trabajos de restauración en la siguiente campaña (2015 – 2016), indicando una efectividad de 74%, para esta campaña se empleó una mayor cantidad de estiércol que en las campañas anteriores. Estos resultados evidencian una tendencia positiva de la recuperación de la cobertura vegetal del DdV a través de los años, así como una buena respuesta frente a las actividades y técnicas de restauración implementadas. Además, se aprecia una progresiva reducción de las necesidades de ejecución de actividades de restauración, para la campaña 2015 – 2016 se programaron trabajos en 28.8 km.

En la Figura 32 se muestra la relación inversa entre el incremento de la efectividad de los trabajos de restauración y la disminución de kilómetros trabajados conforme se avanzaba en las campañas de restauración.

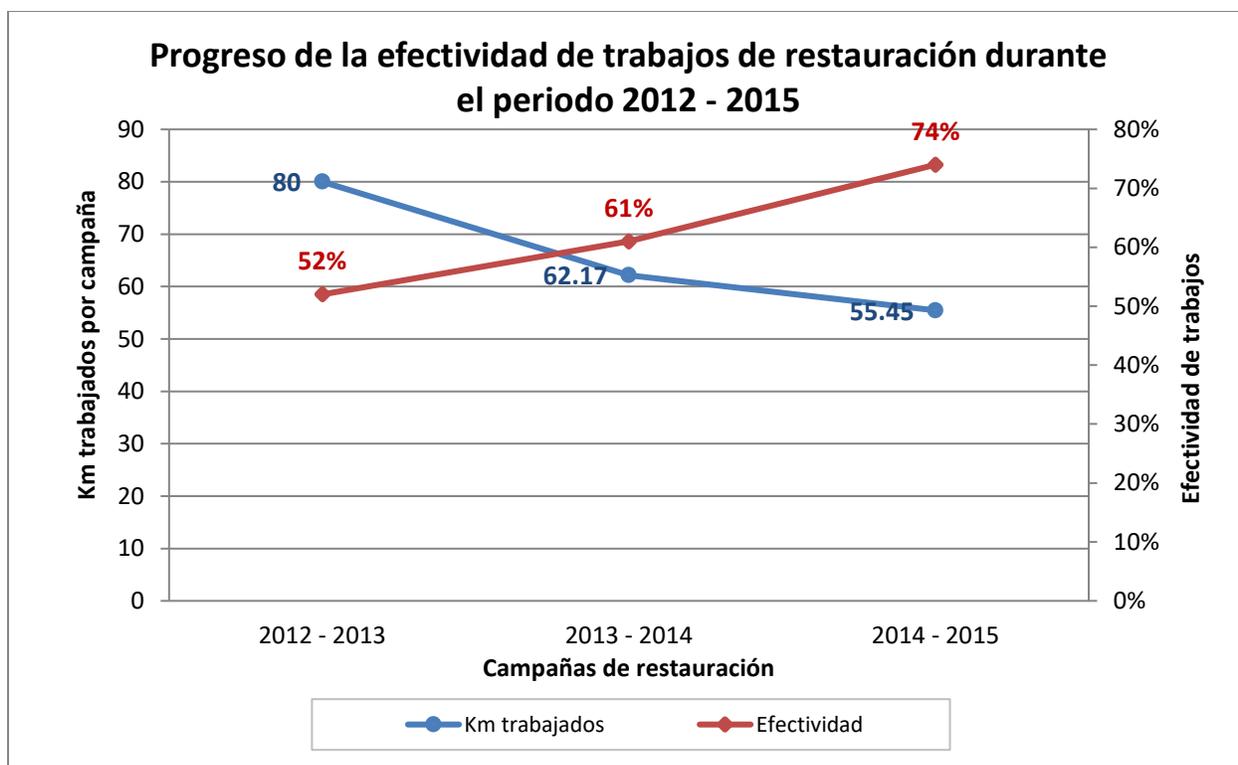


Figura 32: Se observa que a medida que se avanzaba en las campañas de restauración se obtuvo mayor efectividad de los trabajos implementados y se redujo la cantidad de kilómetros con necesidad de restauración.

5. Conclusiones y aprendizajes

Esta sección reúne los aprendizajes obtenidos durante la gestión, planificación, ejecución y supervisión de los trabajos de restauración en el DdV del sistema de transporte de gas de PERU LNG.

Sobre las metas alcanzadas:

- A través de las campañas de restauración del DdV se han establecido distintas metas según los resultados mostrados en los monitoreos anuales. Se resalta la importancia de que las metas establecidas correspondieron a la etapa de recuperación en la que se encontraba el DdV.
- Durante la primera campaña la meta fue de incrementar la cobertura vegetal del DdV utilizando especies nativas y naturalizadas no invasivas, lo cual fue logrado en gran parte del DdV donde se realizaron trabajos.
- Para la segunda campaña la meta fue de incrementar la densidad de individuos de especies nativas dominantes para asemejar la apariencia de la cobertura del DdV al paisaje circundante, por lo que hubo cambios de selección de especies a utilizar en el trasplante.
- En la tercera campaña la meta de restauración del DdV fue similar, impulsando a recuperar los procesos ecológicos que existían naturalmente antes de la instalación del gasoducto. Según el

monitoreo del DdV en muchas zonas la vegetación trasplantada se había establecido y se requirió incrementar materia orgánica al suelo para promover su desarrollo.

- Para el caso del DdV del sistema de transporte de gas de PERU LNG la cobertura de la vegetación nativa ha ido mejorando a través de los años, manteniendo un crecimiento sostenido desde el año 2011, por lo que se espera que esta continúe incrementándose hasta alcanzar la cobertura registrada fuera del DdV. Esta tendencia no hace más que certificar que los trabajos de restauración vienen dando resultados.
- En caso de no lograr las metas planteadas, para la siguiente actividad de restauración se debe analizar las mejoras que deben implementarse. Para el caso del DdV las zonas donde no se tuvieron buenos resultados de supervivencia de especies trasplantadas fueron incluidas en las siguientes campañas de restauración para implementar acciones correctivas. En el periodo comprendido entre los años 2012 – 2015 se realizaron trabajos de restauración en 197.62 km, en 53.445 km de los cuales se practicaron trabajos de restauración más de una vez para mejorar su estado. Estos 53.445 km en su mayoría se encuentran en zonas altas del DdV y/o zonas de pastoreo.

Sobre el proceso de restauración:

- El proceso de restauración debe realizarse bajo los objetivos planteados o metas que se pretenden lograr, las cuales deberán corresponder a la etapa actual del proceso general de restauración y de acuerdo con los compromisos adquiridos por parte de la entidad que realiza dicha actividad.
- El proceso de restauración de zonas alto andinas requiere de una adecuada planificación para asegurar que los trabajos sean orientados de acuerdo a las necesidades de cada zona en particular, realizar el trasplante y/o siembra durante la época de lluvias asegurando una mayor supervivencia de individuos. Para realizar una buena planificación es esencial hacer uso de herramientas que proporcionen información adecuada, confiable y que la sistematización de esta sea útil según la extensión del área a restaurar, componentes del terreno y necesidades. En el Anexo 05 se muestra las etapas y actividades de una campaña de restauración para el DdV en un periodo de 12 meses.
- Debido a que la información empleada para la planificación de las campañas de restauración tenía distintas fuentes de origen, fue un acierto darle mayor ponderación a la información que se obtuvo de las evaluaciones en campo por la información presentada que podía indicar cambios en el proceso de restauración, detallar información de especies de la zona e identificar oportunidades de mejora.
- Además de enfocar los esfuerzos en una buena ejecución de los trabajos de restauración, también es importante procurar un adecuado manejo y selección de las fuentes de información que permiten una adecuada planificación. Esto se observó con el empleo de la interpretación de imágenes satelitales, cuando para la campaña 2014 – 2015 se hizo evidente que además de la cuantiosa y valiosa información proporcionada por la evaluación en campo del DdV, los resultados de la interpretación de imágenes satelitales brindaba información detallada y que era muy práctica de observar a manera de mapas interactivos que mostraban el tipo de cobertura vegetal del DdV y de su entorno, esto fue muy útil para la planificación de dicha campaña de restauración por la

determinación más precisa de las zonas a intervenir e indirectamente contribuye a determinar mejor los recursos necesarios.

- Durante la etapa de ejecución de los trabajos es indispensable la supervisión en campo del avance, cumplimiento, prácticas adecuadas, empleo de insumos adecuados, detectar deficiencias e implementación de acciones correctivas.
- Luego de que los trabajos son implementados, es de suma importancia la evaluación de los resultados, de preferencia en época seca, para conocer aquellos que serán de utilidad para un próximo proceso, identificar las oportunidades de mejora y determinar el estado del proceso de restauración.
- La implementación de las oportunidades de mejora es esencial para lograr un avance en la restauración de un área intervenida. Es importante establecer el mecanismo cíclico: Identificación de necesidades – Planificación – Ejecución – Evaluación.
- Para que el proceso de restauración obtenga el resultado esperado es recomendable llevar a cabo distintas actividades, según sea requerido, la suma de actividades ofrece mejores resultados que realizar trabajos de revegetación únicamente. Entre las técnicas empleadas para zonas alto andinas se encuentra trasplante de especies nativas, siembra de semillas de especies naturalizadas no invasivas, abonamiento con estiércol local y control de especies pioneras. Aunque por lo general se realizan más trabajos de revegetación, en algunos casos son otros trabajos los que deben ejecutarse en mayor cantidad, como sucedió para la campaña 2014 – 2015, ello depende de la etapa del proceso de restauración en el que se encuentre el área de interés.

Empleo de técnicas de restauración adecuadas:

- En zonas alto andinas, por donde recorre el DdV, la técnica de trasplante permitió obtener material vegetativo con mayores probabilidades de supervivencia en climas más hostiles y su obtención es más práctica que la obtención de semillas en las zonas. La técnica debe ser bien empleada, desde la obtención de material vegetativo vigoroso, selección de especies, poda y compactación del hoyo de siembra para asegurar las probabilidades de supervivencia de las plantas.
- Para mejorar la cobertura de especies nativas, durante las evaluaciones anuales se identificaron las especies que respondían mejor al trasplante y que tengan mayor presencia en zonas aledañas al DdV, por lo que se optó por trabajar con este tipo de especies en mayor proporción. Las especies nativas con mejor prendimiento luego de ser trasplantadas se muestran en la Tabla 21.

Sector	Especie con mayor prendimiento 2012 – 2015
A	<i>Brachyotum sp, Salvia officinalis</i>
B	<i>Agrostis sp, Alchemilla diplophylla, Calamagrostis ovata, Calamagrostis rigescens, Calamagrostis sp, Calamagrostis vicunarum, Festuca dolichophylla, Festuca rigescens, Senecio sp, Stipa brachyphylla, Opuntia sp, Orthosantus sp, Plantago rigida, Plantago tubulosa, Pennisetum clandestinum, Poa perligulata, Xenophyllum sp</i>

Tabla 21: Especies nativas que mostraron mejor prendimiento luego de ser trasplantadas durante el periodo 2012 - 2015.

Fuente: Elaboración propia

- Conforme avanzó el proceso de restauración y según las evaluaciones del estado del DdV se requería incrementar la densidad de la cobertura vegetal en el DdV, por lo que se redujo el distanciamiento entre plantas trasplantadas en comparación con campañas anteriores.
- El abonamiento fue realizado con estiércol de las zonas aledañas al DdV. La dosis fue aumentada a medida que se requería mayor cantidad para incentivar el incremento de la cobertura vegetal. Una ventaja de utilizar el estiércol local es que contiene semillas nativas de la zona lo que contribuye a la recuperación de la cobertura vegetal. Por otra parte, el estiércol podría encontrarse en condiciones de humedad o contener tierra, por lo que se requiere un control de calidad del mismo, mediante supervisiones en campo.

Sobre las dificultades de restauración de la cobertura vegetal en zonas alto andinas:

- Las condiciones climáticas de sequía o helada mermaban las posibilidades de supervivencia de las plantas trasplantadas.
- La altitud (en algunas zonas por encima de los 4500msnm) y bajas temperaturas de algunos tramos por donde pasa el DdV dificultaba la restauración de dichas zonas por lo que se requería repetir trabajos en las próximas campañas de restauración.
- El sobrepastoreo en zonas altas también influyó negativamente en la recuperación adecuada de algunos tramos del DdV, pues el ganado era atraído por las plantas trasplantadas que empezaban a rebrotar.
- Poca información publicada sobre trabajos de restauración de zonas alto andinas, además se trabajó con especies nativas de las cuales existe muy poca información sobre su manejo.
- Durante la ejecución de los trabajos de restauración en zonas alto andinas se observaron las siguientes condiciones de dificultad: factor climático en la época húmeda con presencia de granizo que afectaba el avance de los trabajos, el periodo de lluvias podría tener variaciones lo cual afectaba los resultados de los trabajos. Otra característica son las extensas áreas de terreno por lo que se dificultaba la evaluación y ejecución de trabajos por los desplazamientos que debían realizarse.

6. Bibliografía

- CONSULTORES ASOCIADOS EN NATURALEZA Y DESARROLLO, 2013. Consultoría para el análisis e interpretación de imágenes satelitales para la determinación de la cobertura vegetal en el área de Influencia del gasoducto de PERÚ LNG para el año 2013. Lima, Perú. Informe preparado para PERU LNG.
- CONSULTORES ASOCIADOS EN NATURALEZA Y DESARROLLO, 2014. Consultoría para el análisis e interpretación de imágenes satelitales para la determinación de la cobertura vegetal en el área de Influencia del gasoducto de PERÚ LNG para el año 2014. Lima, Perú. Informe preparado para PERU LNG.
- CONSULTORES ASOCIADOS EN NATURALEZA Y DESARROLLO, 2015. Consultoría para el análisis e interpretación de imágenes satelitales para la determinación de la cobertura vegetal en el área de Influencia del gasoducto de PERÚ LNG para el año 2015. Lima, Perú. Informe preparado para PERU LNG.
- GRANDES MONTAÑAS Y CONSULTORES, 2012. Evaluación del suelo y la vegetación del gasoducto de PERU LNG 2012. Ayacucho, Perú. Informe preparado para PERU LNG.
- GRANDES MONTAÑAS Y CONSULTORES, 2013. Monitoreo y plan de biorestauración del Gasoducto de PERU LNG 2013 – 2014. Lima, Perú. Informe preparado para PERU LNG.
- GRANDES MONTAÑAS Y CONSULTORES, 2014. Monitoreo y plan de biorestauración del Gasoducto de PERU LNG 2014 – 2015. Lima, Perú. Informe preparado para PERU LNG.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2009. Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Lima, Perú.
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, 2006. Resolución Directoral N° 551-2206-MEM/AAE. Lima, Perú.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015. Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.
- PERU LNG S.A.C, 2013. Informe Final Campaña de biorestauración 2012 – 2013. Ayacucho, Perú.
- PERU LNG S.A.C, 2014. Informe Final Campaña de biorestauración 2013 – 2014. Ayacucho, Perú.
- PERU LNG S.A.C, 2015. Informe Final Campaña de biorestauración 2014 – 2015. Ayacucho, Perú.
- PERU LNG S.A.C, 2015. Procedimiento de biorestauración. Documento interno. Lima, Perú. 20 p.
- RECHARTE, Jorge; ARÉVALO, R. y GLAVE, M, 2003. Islas en el Cielo. Instituto de Montaña. Huaraz, Perú.
- SOTO, M, 2003. Catálogo de especies herbáceas y leñosas bajas autóctonas para la revegetación de zonas degradadas en La Rioja. Gobierno de La Rioja. Logroño, España.
- WALSH PERÚ, 2005. Estudio de Impacto Ambiental y Social del proyecto de transporte de gas natural por ducto de Ayacucho a la Planta de licuefacción, Volumen IV Plan de Manejo Ambiental y Social. Lima, Perú.

7. Anexos

Anexo 01: Fotografías de trabajos de restauración del DdV

	
Apertura de hoyos para el trasplante de plantas nativas	Apertura de hoyos para trasplante de plantas nativas en zona de pendiente
	
Abonamiento puntual de plantas trasplantadas	Plantas trasplantadas sobre le DdV, se ha aplicado abono
	
Trasplante de plantas nativas, distanciamiento 2 m aproximadamente	Trasplante de plantas nativas y abonamiento puntual y al voleo con estiércol local



Trasplante de plantas nativas en el DdV,
distanciamiento de 1.2 m aproximadamente



Stipa sp trasplantada, se ha realizado poda de la
parte superior para estimular el crecimiento

Anexo 02: Evaluación en campo del DdV

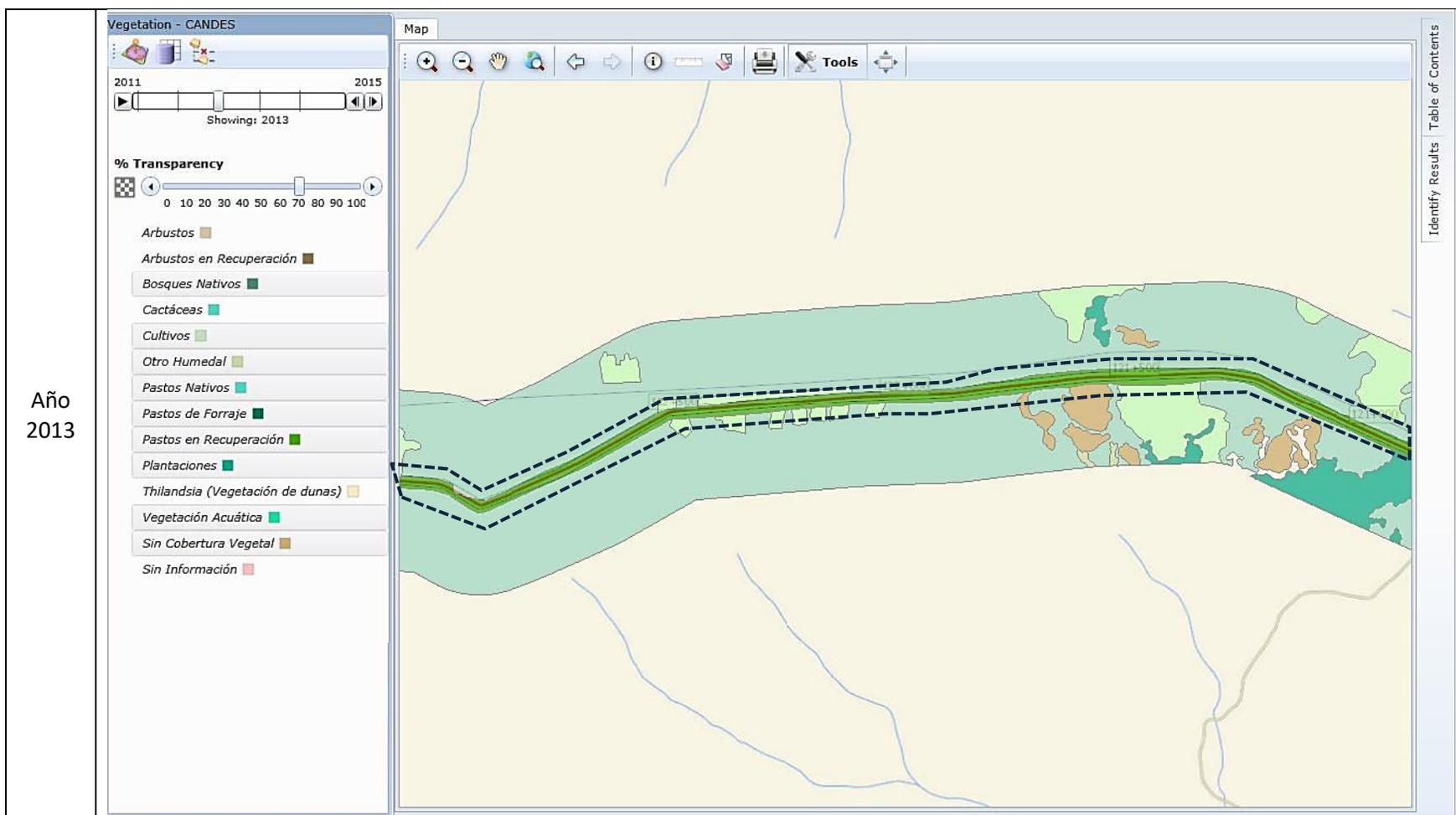


Evaluación en campo del DdV, se toman datos de la vegetación dentro y fuera del DdV

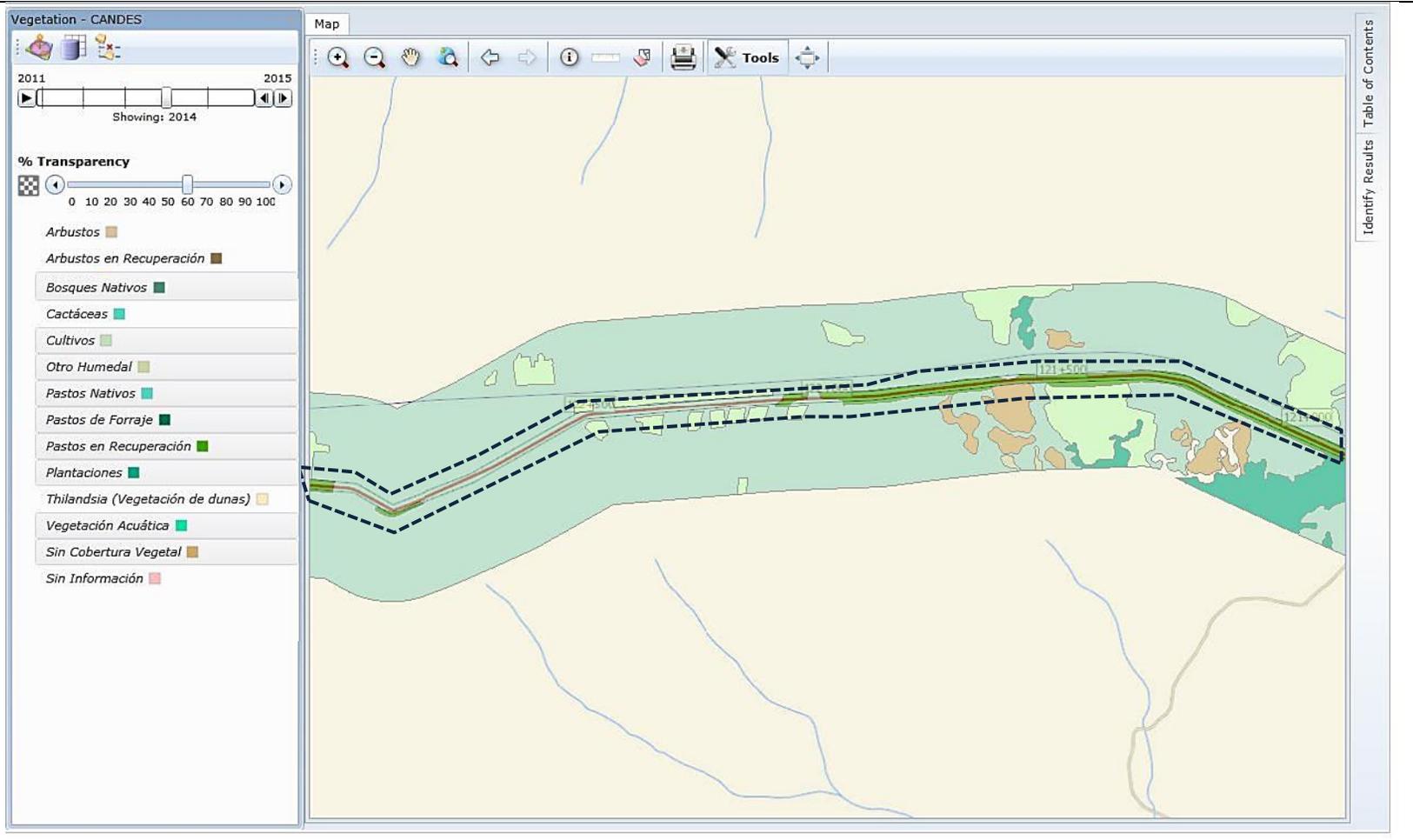


Evaluación del DdV, se toma información de tipo de vegetación, cobertura de suelo, uso actual.

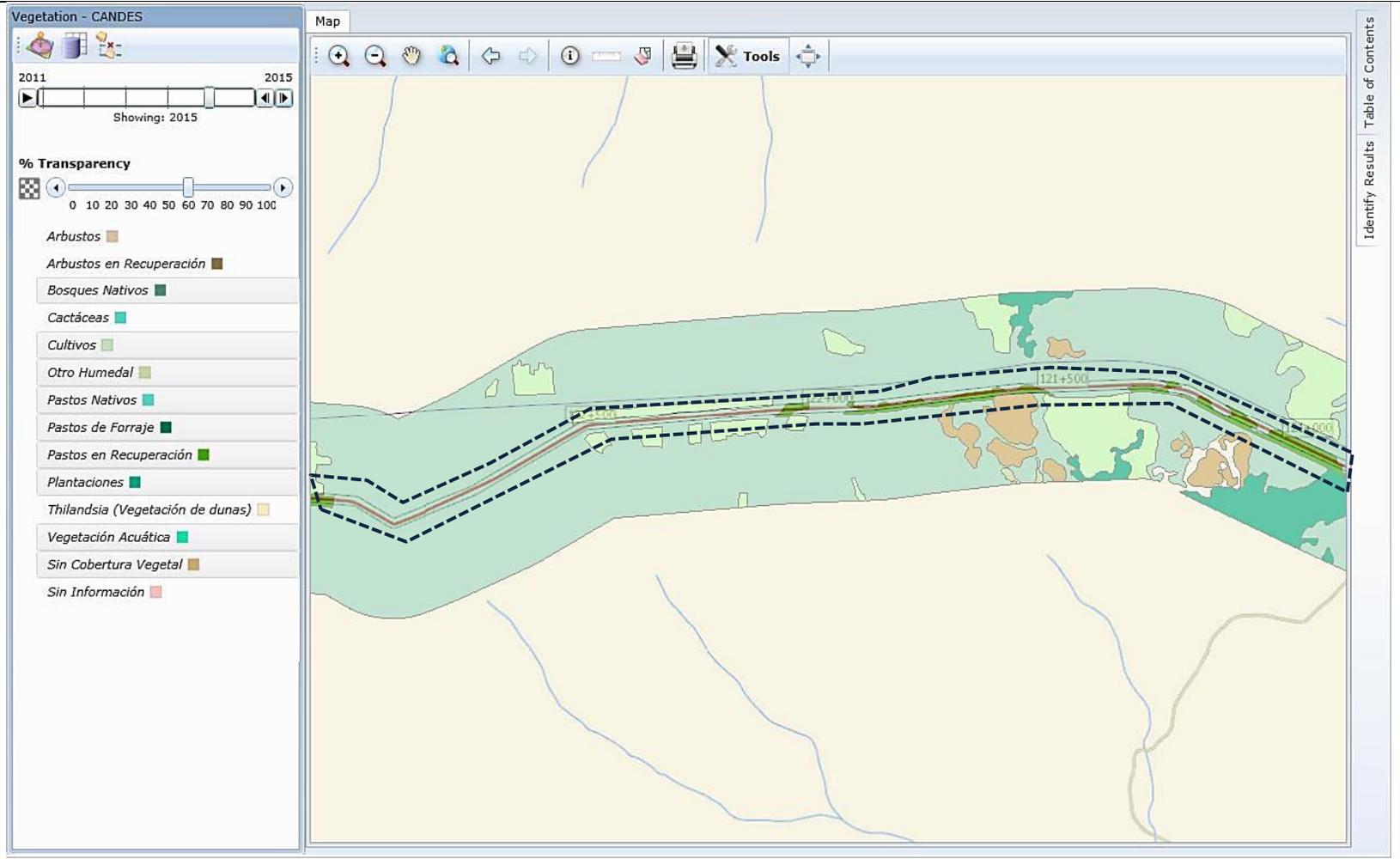
Anexo 03: Mapas interactivos generados en base a la interpretación de imágenes satelitales, donde se muestra cómo se visualizan los cambios de cobertura vegetal dentro del DdV. La leyenda se basa en la clasificación desarrollada mostrada en el documento. En el siguiente ejemplo se muestra la restauración del DdV (al interior de la línea puntada en azul) a través de los años pasando de una clasificación “Pastos en recuperación” hacia “Pastos Nativos”, como se observa también fuera del DdV.



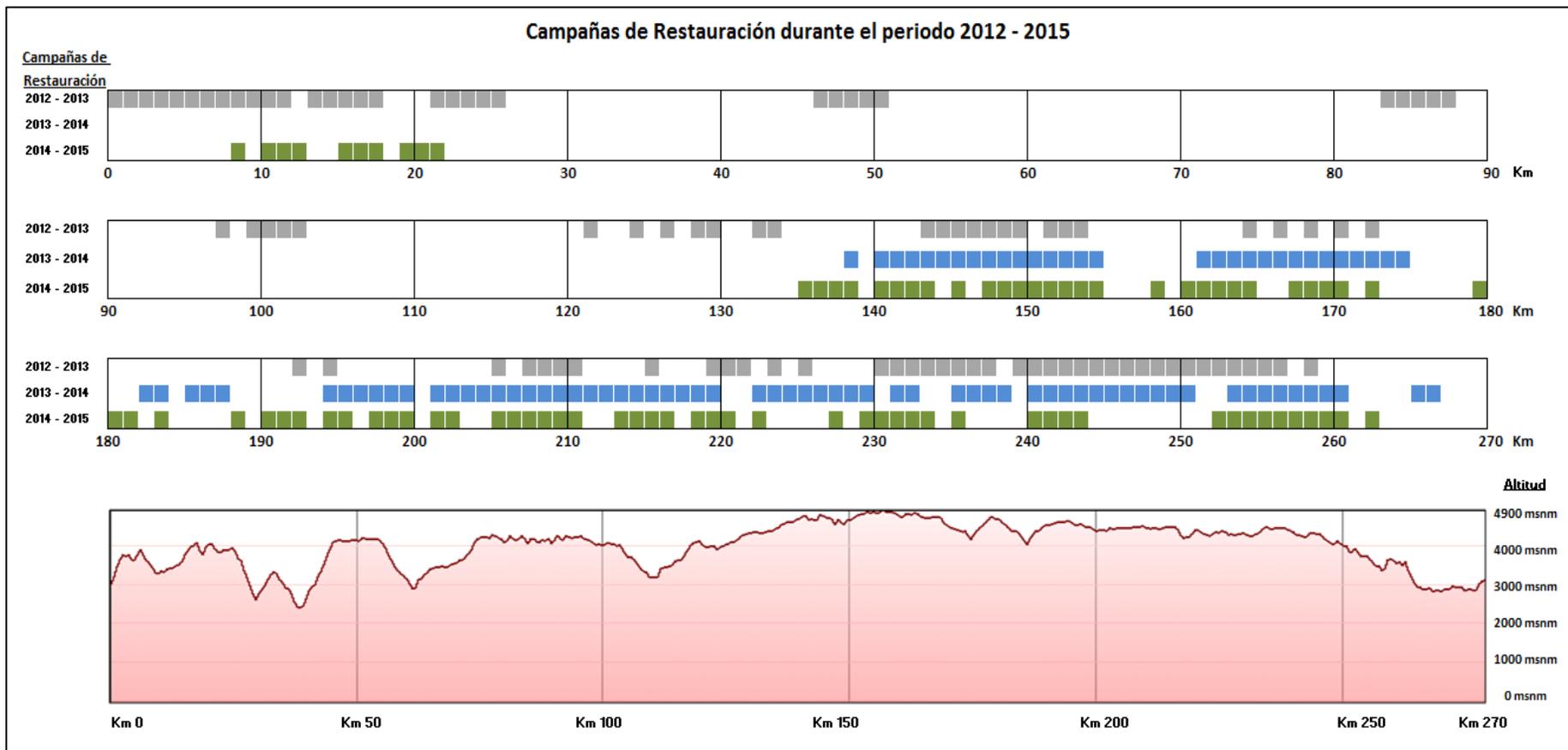
Año
2014



Año
2015



Anexo 04: El gráfico muestra, de manera referencial, las zonas del DdV donde se han realizado trabajos de restauración en más de una campaña. La escala de la representación del DdV es de 1 km, por lo que los recuadros grises, azules y verdes indican que dentro de ese kilómetro se han ejecutado trabajos de restauración, y no que necesariamente se han ejecutado trabajos en todo el kilómetro. También se muestra el perfil altitudinal del DdV, en el cual se observa que las zonas donde se han repetido trabajos de restauración corresponden a las zonas de mayor altitud (sector B), específicamente por encima de los 4000 msnm.



Anexo 05: Proceso de una campaña de restauración y las actividades desempeñadas en un periodo de 12 meses.

Etapas	Duración	Actividades
Evaluación del estado del DdV	4 – 5 meses En época seca (Abril – Agosto)	<ul style="list-style-type: none"> - Definir alcance de evaluación en campo - Evaluación en campo y obtención de resultados - Adquisición e interpretación de imágenes satelitales - Supervisión constante para obtener información de buena calidad
Análisis del estado del DdV y selección de áreas a intervenir	1 mes	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar necesidades de restauración, según la evaluación del estado del DdV - Comparar resultados de evaluación en campo e interpretación de imágenes - Comparar resultados con años anteriores
Planificación de trabajos de restauración	1 – 2 meses	<ul style="list-style-type: none"> - Decidir técnicas de restauración a emplear - Planificar los trabajos a realizar para cada zona - Basarse en el presupuesto predestinado - Definir ejecutor del trabajo, recursos necesarios y cronograma
Ejecución de trabajos de campo	3 – 4 meses En época húmeda (Noviembre – Febrero)	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de insumos - Supervisión de trabajos de campo - Verificar el cumplimiento de la calidad y cantidad de trabajos según lo planificado

Nota: Una vez culminado los trabajos de restauración en campo, se debe esperar 2 o 3 meses para la siguiente evaluación del estado del DdV.

8. Glosario de términos

- **Abono:** Sustancia que se agrega a la tierra para mejorar sus características y aumentar su fertilidad. Los abonos pueden ser orgánicos e inorgánicos.
- **Campaña de restauración:** Período que comprende la evaluación de las condiciones del terreno, identificación de necesidades de restauración, planificación y ejecución de los trabajos de restauración.
- **Cobertura vegetal:** capa de vegetación natural o exótica que cubre la superficie terrestre, la vegetación puede ser desde pastizales hasta áreas boscosas.
- **Derecho de vía (DdV):** Franja de 25 m de ancho donde se realizaron actividades para la instalación del gasoducto.
- **Efectividad de restauración:** Medida cuantitativa del logro de los efectos esperados luego de realizar trabajos de restauración.
- **Especie dominante:** Especie vegetal que abunda particularmente en un lugar determinado.
- **Estiércol:** Excremento de animales, empleados como abono orgánico para la tierra.
- **Gasoducto:** Conjunto de tuberías unidas que sirve para transportar gas a gran escala de un lugar a otro.
- **Imagen satelital:** Representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen la información reflejada por la superficie de la Tierra.
- **Interpretación de imágenes satelitales:** Proceso por el cual se obtiene la información de una imagen satelital.
- **Plantas pioneras:** Grupo de plantas muy resistentes que ocupan terrenos descubiertos y se encargan de iniciar de manera natural la recuperación de la cobertura vegetal en esa zona. Por lo general son de crecimiento rápido, muy resistentes y requieren pocos nutrientes y agua.
- **Prendimiento:** Establecimiento de especies trasplantadas en terreno definitivo, habiendo superado el estrés hídrico provocado por el trasplante.
- **Topsoil:** Capa superficial del suelo que suele contener materia orgánica, semillas, humedad, aire y microorganismos.
- **Trasplantar:** Extraer una planta vigorosa del terreno donde se encuentra y plantarla en un terreno similar o cercano. El trasplante de una planta puede incluir poda de raíces u hojas.