



“Recuperación de la vegetación natural tras el  
abandono de pozos hidrocarburíferos en 25 de Mayo,  
La Pampa”

José María Larrazábal

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y  
MEDIO AMBIENTE

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

JULIO DE 2024

## Prólogo

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para obtener el grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en el Departamento de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam, durante el período comprendido entre el 26 de diciembre de 2022 y el 22 de julio 2024 bajo la dirección de Federico Carlos Frank y la asesoría de Cristian Iván Buss.

**29 de julio de 2024**

.....  
**José María Larrazábal**  
**Tesinista**



.....  
**Federico Carlos Frank**  
**Director**

.....  
**Cristian Iván Buss**  
**Asesor**

.....  
**Dra. Carla Suarez**  
**Evaluadora**

.....  
**Mg. Mónica Alvarez Redondo**  
**Evaluadora**

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a mi familia por el constante apoyo e insistencia para realizar y concluir esta carrera de grado.

A mi Director Dr. Federico Frank por su calidad como profesional, sus sugerencias y el constante seguimiento para la realización de la tesina de manera exitosa.

Al asesor Ing. Cristian Buss por el constante apoyo y facilitación de información para la conclusión de la tesina y así poder obtener el título de grado.

A la colaboración y ayuda de campo del Ing. Lucas Butti, técnico en Agencia de Extensión Rural INTA Guatraché, por enseñarme a instalar y leer los monitores MARAS, y por su aporte de información necesaria para el desarrollo de la tesina.

A la colaboración y ayuda en el trabajo de campo, al Ing. Diego Rodriguez, por su tiempo para el armado de los monitores y toma de datos.

**29 de julio de 2024**

.....  
**José María Larrazábal**  
**Tesinista**

# “Recuperación de la vegetación natural tras el abandono de pozos hidrocarburíferos en 25 de Mayo, La Pampa”

## Resumen

La actividad petrolera es una de las industrias que más impactos ambientales genera a nivel local y global. Uno de los impactos más significativos, por su extensión y capacidad de daño, es la destrucción y fragmentación de hábitats naturales como resultado de la construcción de locaciones, caminos, oleoductos, y otras instalaciones industriales. El área de estudio se sitúa en el sudoeste de la Provincia de La Pampa, en el Departamento Puelén, al sur de la localidad de 25 de Mayo. El yacimiento se denomina 25 de Mayo Medanito Sud-Este. En el período 2016/18 se abandonaron 65 pozos de distintas categorías (productores, inyectoros, sumideros, etc.) bajo Resolución 5/96 de la Secretaría de Energía de la Nación. El objetivo de esta tesina fue evaluar el proceso de recuperación de la vegetación natural xerófila tras su abandono en algunos de estos pozos. Se instalaron dieciséis Monitores Ambientales para Regiones Áridas y Semiáridas (MARAS) en pozos de distinta antigüedad y en zonas aledañas (ocho en cada caso) para registrar cobertura vegetal y de suelo, diversidad de especies y estructura del paisaje. Los resultados mostraron que las locaciones abandonadas presentaron mayor superficie de suelo desnudo, menor densidad, cobertura y tamaño de arbustos y menor diversidad de especies. Las labores de mantenimiento posteriores al abandono impidieron evaluar la recuperación de la vegetación en el tiempo. Se espera que esta información sirva para generar un protocolo de abandono de pozos que considere la recuperación de estos ecosistemas.

**Palabras clave:** Monitoreo; Rehabilitación; *Neltuma alpataco*; *Larrea sp.*; Explotación Petrolífera

# **“Native vegetation recovery after oil wells abandonment in 25 de Mayo, La Pampa”**

## **Summary**

Hydrocarbon exploration and extraction is one of the industries with most environmental impacts both at the local and global level. One of the most significant, due to its extension and damage capacity, is the destruction and fragmentation of natural habitats as a result of the construction of locations, roads, oil pipes and other industrial facilities. The study area is located to the southwest of La Pampa Province, south from the town of 25 de Mayo. The oilfield is named “25 de Mayo Medanito Sud-Este”. During the period 2016/18, 65 oil wells from different categories (producers, injectors, sinks, etc.) were abandoned under Resolution 5/96 from the Argentine Energy Secretary. The objective of this study was to evaluate the recovery process of native xerophytic vegetation after these abandonments in some of these locations. Sixteen MARAS monitors (Environmental Monitoring of Arid and Semiarid Regions) of plant and soil cover were installed both on the locations and on adjacent areas (8 in each case). Results showed that the abandoned locations had more bare soil surface, less density, cover and height of bushes and less diversity of species. The maintenance labors on locations prevented the evaluation of recuperation of the vegetation over time. This information can be used to generate an abandonment protocol that considers the recovery of these fragile ecosystems.

**Key-words:** Monitoring; Rehabilitation; *Neltuma alpataco*; *Larrea* sp.; Oil exploitation

# Índice

Portada.....	Pág. 0
Prólogo.....	Pág. 1
Agradecimientos.....	Pág. 2
Resumen.....	Pág. 3
Summary.....	Pág. 4
Índice.....	Pág. 5
Introducción.....	Pág. 6
Hipótesis .....	Pág. 10
Objetivos .....	Pág. 11
Materiales y Métodos.....	Pág. 12
Resultados y Discusión.....	Pág. 26
Conclusiones.....	Pág. 45
Bibliografía Citada.....	Pág. 47
Anexos.....	Pág. 52

# **Introducción**

## **Fundamentación:**

La actividad hidrocarburífera implica la remoción de la cobertura vegetal y la destrucción y fragmentación de hábitats naturales, como resultado de la construcción de locaciones, caminos, oleoductos, y otras instalaciones industriales. Una vez agotados, los pozos petroleros y áreas intervenidas son abandonados.

En la provincia de La Pampa, la Resolución 5/96 de la Secretaría de Energía de la Nación (SEN) establece Normas y Procedimientos para el abandono de pozos de hidrocarburos que deberán ser cumplimentadas por los Permisionarios de Exploración y Concesionarios de Explotación. Sin embargo, no apunta en su normativa al recupero y/o restauración de los impactos generados por el pozo que fue abandonado. Esta resolución sólo apunta a técnicas de abandono de la perforación en sí misma, y no a su entorno.

## **Planteo del Problema:**

La actividad petrolera es una de las industrias que más impactos ambientales genera a nivel local y global. Las distintas fases de la explotación petrolera generan destrucción de la biodiversidad y del ambiente en general. Por ejemplo, se encontró que incluso el desmantelamiento de los sitios de aprovechamiento genera perturbación de la flora y fauna, cambios de uso de suelo, generación de residuos sólidos y otros problemas (Lopez Morales et al., 2019). Otro de los impactos más significativos, por su extensión y capacidad de daño, es la destrucción y fragmentación de hábitats naturales como resultado de la construcción de locaciones, caminos, oleoductos, y otras instalaciones industriales (Mudumba et al., 2023). Se entiende por “fragmentación” a las modificaciones en el patrón del hábitat a lo largo del tiempo, específicamente a la disrupción de la continuidad espacial de un tipo de cobertura vegetal. Estas modificaciones se producen en la estructura (biodiversidad) y en la función o funcionamiento (ciclos biogeoquímicos) del paisaje (McGarigal y Cushman, 2002; Lord y Norton, 1990), y pueden tener efectos negativos sobre la fauna local (Olive,

2018). En Nigeria, Chukwuka et al. (2018) citaron compactación del suelo, mala germinación de semillas, retardo en el crecimiento de las plantas y pérdida de diversidad, entre otros impactos, afectando negativamente la provisión de servicios ecosistémicos en los humedales del Delta del Níger.

En la Provincia de La Pampa, la actividad petrolera está circunscrita a las cercanías de la localidad de 25 de Mayo, en la región del Monte Semiárido. Si a las alteraciones mencionadas se les suman las características climáticas limitantes del sistema respecto a las condiciones de la aridez, las posibilidades de revegetación en forma natural se vuelven muy bajas, erráticas e inciertas (Ciancio, et al., 2013). Las plataformas, también llamadas “locaciones” (medidas aproximadas de una hectárea, según Decreto 458/05) de pozos son explanadas de exploración o explotación petrolera, que por su alta compactación permanecen durante años sin cobertura vegetal (Dalmaso y Martínez Carretero, 2013; Reichmann, et al., 2003). El suelo de estas plataformas se encuentra altamente compactado, con el agregado exprofeso de materiales calcáreos y arcillas que favorecen la consolidación del piso. A ello debe sumarse el elevado contenido de sales de los materiales incorporados y los posibles vuelcos de lodos de perforación, productos químicos industriales e hidrocarburos en general (Dalmaso y Martínez Carretero, 2013) generando una elevada pérdida de cobertura vegetal y, afectando procesos ecosistémicos.

Por ello, es de vital importancia evaluar la evolución de la vegetación tras el abandono de pozos, como primer aporte para recomendar estrategias para la revegetación y recuperación de los ambientes xerófilos degradados por la actividad petrolera en la provincia.

### **Antecedentes:**

La actividad hidrocarburífera comenzó a desarrollarse en Argentina en el año 1907, cuando en la localidad de Comodoro Rivadavia, Chubut, en búsqueda de agua, se descubrió el primer pozo productor de petróleo del país (IaPG 2007). A partir de este descubrimiento, la actividad se expandió por el territorio, a medida que se descubrieron las cuencas

productivas, convirtiendo a los hidrocarburos en la principal fuente de energía de la Argentina hasta el momento.

En la provincia de La Pampa, la actividad hidrocarburífera cruza la frontera ingresando desde el sector sudoeste, a través del Río Colorado, desde la provincia “límitrofe” de Río Negro. Por situarse en el subsuelo de nuestro territorio, una porción de la Cuenca Neuquina, la actividad exploratoria incursionó en la provincia, perforándose el primer pozo en la década del '60, sin detener su desarrollo hasta la actualidad (Buss, 2017).

En el año 1968 se perforó el primer pozo en el yacimiento 25 de Mayo Medanita Sud-Este (SE), siendo uno de los yacimientos más antiguos de La Pampa. En el período 2016/18 se abandonaron 65 pozos bajo Resolución 5/96 SEN en sus distintas categorías: productores, inyectoros, sumideros, en estudio, parados transitoriamente, gasífero, con sus instalaciones de producción correspondientes (Subsecretaría de Hidrocarburos y Minería, 2019), los cuales habían sufrido tareas de desmonte, generando una pérdida de la cobertura vegetal, en una zona que cuenta con extremadas limitaciones ecológicas por su condición de aridez, perjudicando la recomposición de suelos y vegetación en forma natural. En este mismo yacimiento, el Ing. Cristian Buss (2017) relevó 149 instalaciones y los categorizó de acuerdo a su peligrosidad (estado, edad, sensibilidad, presencia de pasivos y situación de seguridad de las instalaciones), recomendando un protocolo de monitoreo con distintas frecuencias de acuerdo a esta peligrosidad.

MARAS es la sigla del sistema de Monitoreo Ambiental de Regiones Áridas y Semiáridas, un sistema desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) entre 2004 y 2008 y establecido gracias a un proyecto del Fondo Mundial para el Ambiente (GEF) entre 2008 y 2015 (Oliva et al., 2018). Actualmente existen alrededor de 400 monitores instalados en toda la Patagonia por el INTA desde el año 2008, de los cuales, 19 monitores se encuentran en La Pampa. Cada cinco años preferentemente los monitores MARAS son analizados en detalle para registrar la vegetación y la cobertura del suelo, además se obtienen fotografías y muestras de suelo que son analizadas en laboratorio (Sipas INTA, 2019). En 2015 se generó una base de datos en una plataforma web con múltiples administradores en 7 nodos (Rio Gallegos, Trelew, Esquel, Viedma, Bariloche, Santa Rosa,

Punta Arenas), que realizan la carga de datos de monitores que se instalan bajo la metodología MARAS (Oliva et al., 2015). Permitía generar informes de cambio de los monitores individuales o regionales por provincia, departamento o área ecológica, exportables en formato xls. Hasta hace algún tiempo, permitía consultar las MARAS en internet, pero el sistema colapsó tras el hackeo a INTA (Página 12, 2023) y aún no ha sido recuperado.

Como no existen en la provincia experiencias de restauración ecológica en materia de “actividades Hidrocarburíferas”, se indagaron estudios de restauración ecológica efectuados en la diagonal árida argentina, especialmente en áreas petroleras. Entre los estudios se destacan los de la Red de Restauración Ecológica de la Argentina (REA) y del INTA efectuados en la diagonal árida argentina, que constituyen valiosos antecedentes para elaborar las propuestas de restauración de sitios degradados, que requerirán conocer la superficie con disturbios, evaluar su criticidad y proponer distintas técnicas, acorde a la localización de los emplazamientos.

En el trabajo “Restauración de locaciones petroleras abandonadas en el yacimiento cerro Fortunoso, Malargüe, Mendoza” (Navas Romero et al. 2018), el objetivo fue evaluar a lo largo de tres ciclos vegetativos completos las variaciones en la cobertura vegetal en dos locaciones petroleras abandonadas combinando diferentes técnicas de restauración. Se evaluó la tasa de supervivencia de los individuos plantados y la colonización de los pozos de facilitación. La combinación de técnicas de restauración podría resultar clave para el éxito de la recuperación de áreas naturales. La generación de técnicas de facilitación permite el establecimiento de especies de las comunidades de contacto de las locaciones. Por su parte una adecuada preparación del terreno deriva en una menor inversión en esfuerzo de plantación acelerando la recuperación de la cobertura vegetal (Navas Romero et al. 2018).

## **Hipótesis**

La estructura y la funcionalidad del ecosistema xerófilo no se recuperan en al menos diez años de abandono de la locación.

## **Objetivos**

General:

- Evaluar el impacto de la actividad y el proceso de recuperación de la vegetación natural xerófila tras el abandono de pozos hidrocarburíferos en el Yacimiento Medanito SE.
  
- Particulares:
  - Comparar el estado de locaciones abandonadas con áreas lindantes no intervenidas a través de los indicadores de las MARAS (Monitores Ambientales de Regiones Áridas y Semiáridas).
  - Evaluar la estructura de parches de vegetación en dichas ubicaciones.
  - Evaluar el proceso de revegetación natural tras el abandono de locaciones.
  - Evaluar la incidencia de otros factores como la distancia al Río Colorado en dicho proceso.
  - Generar información para la ejecución de planes de abandono de pozos y restauración de áreas.

# Materiales y Métodos

## Área de estudio

El área de estudio se situó en el sudoeste de la Provincia de La Pampa, en el Departamento Puelén, al sur de la localidad de 25 de Mayo. El yacimiento se denomina 25 de Mayo Medanito Sud-Este, y dentro de dicha área se encuentra un pequeño poblado dependiente de la municipalidad de 25 de Mayo, llamado Colonia Chica (Figura 1).

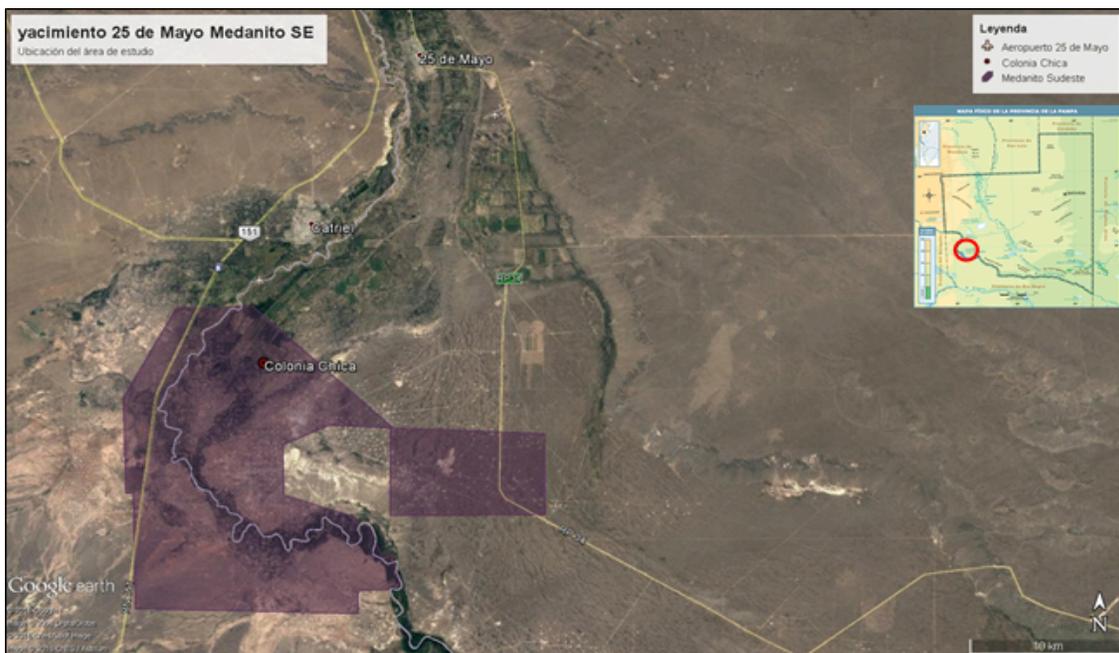


Figura 1. Localización del área de estudio en la Provincia de La Pampa.

La zona presenta un clima árido desértico, con factores climáticos como las temperaturas medias de 24°C en verano y 7°C en invierno, y la precipitación que alcanzan un promedio anual de 260 mm (Cano et al., 1980). Los valores medios de frecuencias de la dirección del viento para los meses de enero y julio constituyen dos condiciones extremas relacionadas con la circulación de la atmósfera. En enero penetra el anticiclón del Atlántico por el N-NE generando una circulación N-NE cálida/húmeda y S-SW fría/seca por parte del anticiclón del Pacífico. En Julio se retira el anticiclón del Atlántico y genera

movimientos de masas de aire desde el N–NW, mientras que en el sur se retira la influencia del mar (Cano et al., 1980).

El Río Colorado constituye el único curso permanente en la región. Nace en la provincia de Mendoza de la confluencia de los ríos Barrancas y Grande, ambos cursos de régimen aluvional con importantes crecidas durante períodos de grandes precipitaciones y aportes estacionales generados durante la época de deshielo. El ancho del cauce del Río Colorado en el área oscila entre 50 y 150 metros, con una profundidad promedio de entre 2 y 5 metros. Su planicie aluvial tiene entre 500 y 2000 m de ancho.

La Unidad de Suelos correspondiente al área de localización de este proyecto es la denominada “RC”, entisoles sobre planicie de rodados de vulcanitas del Río Colorado. Los suelos más representativos son la asociación de Torripsamientos líticos y típicos (suelos dominantes) y Calciortides típicos (Cano et al., 1980). Estos suelos se caracterizan por ser de escaso desarrollo, sin diferenciación clara de horizontes, desarrollados bajo condiciones de déficit hídrico anual en ambientes de terrazas altas cubiertas de estepa arbustiva rala. Desde el punto de vista fitogeográfico la zona de estudio se encuentra en un ambiente de transición entre la Provincia del Monte y la Provincia Patagónica (Distrito La Payunia) (Cabrera 1976). La flora local está representada por comunidades fitogeográficas pertenecientes a ambas provincias, coexistiendo tanto en ésta como en otras localidades del Norte Patagónico.

De acuerdo a la Carta de Vegetación resultante del Inventario Integrado de Recursos Naturales de La Pampa, el área donde se implanta el proyecto corresponde a vegetación de tipo Arbustal bajo muy abierto de *Larrea cuneifolia*, *Larrea divaricata* y *Monthea aphyllia* (Cano et al., 1980). Este arbustal de hoja perenne o caduca y dos a cuatro metros de altura está compuesto de varios estratos: el superior (jarillas), un estrato subarbustivo (manca caballo, alpataco, piquillín, tomillo) y un gramíneo-herbáceo (cola de zorro, pajas, flechilla fina) con presencia de suelo desnudo a causa del sobrepastoreo (Cano, 1988).

El centro poblacional más cercano al proyecto es la localidad de 25 de Mayo, situada a 35 km al Norte en línea recta. La población de la colonia es de 12.035 habitantes

(INDEC, 2022). Entre las actividades económicas de mayor importancia se destacan: la extracción hidrocarburífera con gran cantidad de pozos en producción e infraestructura; la ganadería extensiva predominantemente en la cría de caprinos, acompañados de ovinos y bovinos, en zonas bajo riego se hace agricultura, forestación. Otra actividad relevante es la extracción minera de áridos.

**Metodología:**

Bajo Resolución 5/96 “Apruébanse Normas y Procedimientos para el Abandono de Pozos de Hidrocarburos”, la Subsecretaría de Hidrocarburos y Minería, en conjunto con la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático (Ex Subsecretaría de Ambiente) de La Pampa, exigieron a la empresa Permissionaria de Concesión de Explotación del área 25 de Mayo Medanito SE el abandono de 65 pozos en sus distintos estados, entre los años 2016 y 2018 (datos aportados por la Subsecretarías de Hidrocarburos y Minería, 2019) (Figura 2).

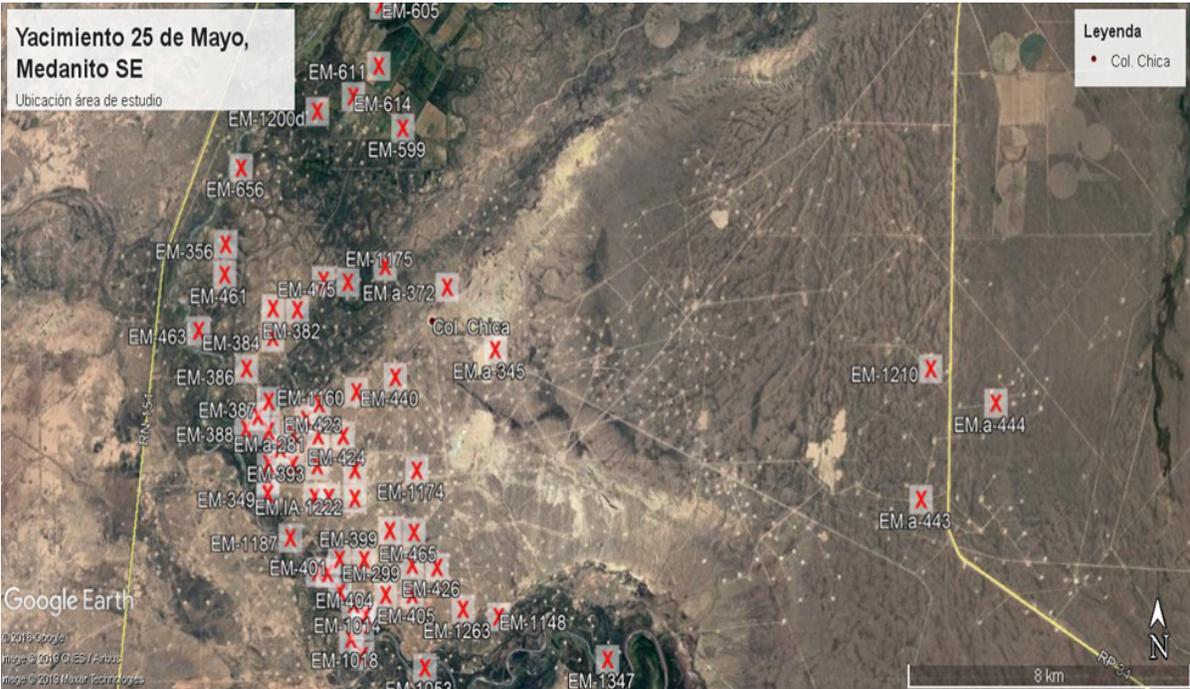


Figura 2: Ubicación de 65 pozos abandonados, Yacimiento Medanito Sud-Este. Fuente: Subsecretarías de Hidrocarburos y Minería, 2019.

### Selección de locaciones

Para la realización de este proyecto se utilizó información de un relevamiento de pozos abandonados, ya iniciado y coordinado por personal de Subsecretaría de Hidrocarburos y Minería, que cuenta con la ubicación y fecha de abandono de cada uno. Como así también se relevó, además de esta “campaña 2016/2018”, locaciones abandonadas en las décadas de 2000 y 2010, con el objetivo de evaluar el proceso de recuperación vegetal natural en a través del tiempo. En la Tabla 1 se describe la cantidad de pozos en estado de abandono con su respectiva fecha de perforación y abandono.

Tabla 1: Registro de pozos abandonados. Fuente: Subsecretaría de Hidrocarburos y Minería.

Locación/Pozo	Fecha Perforación	Fecha Abandono	Observaciones
YPF.LP.EM-677	07/06/1975	1997	26 años abandonado. Intersección río con drenaje. Dificil acceso. cercano al 388.
PC.LP.EM-1074	30/08/1978	2001	22 años abandonado. Ubicación Río.
PC.LP.EM-1019	23/11/1977	2002	21 años abandonado. Costa rio. Entrada por batería. Acceso medio. Cercano al 1283.
PC.LP.EM-1084	10/12/1978	2002	21 años abandonado. Acceso medio. Cerca de la pasarela.
YPF.LP.EM-403	14/08/1970	2006	17 años abandonado. Zona de muchos pozos.
PC.LP.EM-1144	24/08/1987	2007	17 años abandonado. Fácil acceso.
YPF.LP.EM-394	15/07/1970	2008	16 años. Facil acceso cerca de la pasarela.
PC.LP.EM.IA-1220	19/02/1996	2009	14 años abandonado. Acceso fácil. Zona pasarela.
YPF.LP.EM-351	25/05/1970	2009	15 años abandonado. Fácil acceso. Cercano a recinto
PC.LP.EM-1072	07/08/1978	2011	12 años abandonado. Costa rio. Locación erosionada.
PC.LP.EM-1136	30/06/1985	2011	13 años abandonado. Fácil acceso.
PC.LP.EM-1063	03/07/1979	2012	11 años abandonado. Fácil acceso.
YPF.LP.EM-383	08/06/1970	2012	11 años abandonado. Acceso medio.

PC.LP.EM-1214	27/01/1996	2013	10 años abandonado. Cerca de la pasarela.
YPF.LP.EM.a-295	26/08/1969	2013	10 años de abandono.
YPF.LP.EM-602	26/10/1973	2013	10 años abandonado. Fácil acceso. Cerca drenaje sistema de riego.
YPF.LP.EM.a-371	31/12/1969	2013	10 años abandonado. Fácil acceso, vegetación abundante.
YPF.LP.EM.a-277	27/07/1968	2013	A 170 metros del cauce. 10 años de abandono.
PBE.LP.EM-1727-	25-5-2013	2013	11 años abandonado. Cerca de la cantera.
YPF.LP.EM-523	25/05/1972	2013	11 años abandonado. Cercano a drenaje sistema riego. Vegetación abundante.
PC.LP.EM-1065	15/06/1978	2013	11 años abandonado. Fácil acceso.
YPF.LP.EM-354	22/05/1970	2014	9 años abandonado. 150 m drenaje sistema riego.
YPF.LP.EM.a-246	28/04/1968	2014	9 años abandonado.
YPF.LP.EM-612	11/11/1973	2014	En campo forestal.
YPF.LP.EM-656	08/01/1975	2016	Costa del río. Acceso medio.
PC.LP.EM-1187	26/11/1989	2016	7 años abandonado. Fácil acceso. Limpio.
PC.LP.EM-1053	07/07/1978	2016	7 años abandonado. Entre los brazos del río.
YPF.LP.EM-461	15/04/1972	2016	7 años. Acceso medio. Vegetación abundante.
PC.LP.EM-1200d	11/11/1995	2016	7 años. forestación álamos lindera.
YPF.LP.EM-463	04/05/1972	2016	7 años. Acceso medio. Vegetación abundante. Ribera del río.
YPF.LP.EM-388	08/07/1970	2016	7 años abandonado. Acceso medio.
PC.LP.EM-1216	12/02/1996	2016	8 años abandonado. Fácil acceso.
YPF.LP.EM-349	15/02/1970	2016	7 años abandonado. Fácil acceso. Cerca de la pasarela
YPF.LP.EM-605	12/12/1973	2016	7 años abandonado. Acceso medio. Cercano a la forestal.
YPF.LP.EM-356	26/05/1972	2016	9 años abandonado. Fácil acceso.
YPF.LP.EM-679	21/05/1975	2016	7 años abandonado. Fácil acceso por la pasarela.
YPF.LP.EM-389	16/08/1970	2016	7 años abandonado. Costa drenaje sistema riego.
PC.LP.EM-1148	13/07/1987	2016	7 años.

PC.LP.EM-1014	15/04/1978	2018	Falta registro de abandono. Acceso fácil.
YPF.LP.EM-407	22/09/1970	2018	Falta registro de abandono.
YPF.LP.EM-410	24/09/1970	2018	Falta registro de abandono. Cercano al 407
PC.LP.EM-1283	16/11/1999	2018	Falta registro de abandono. Costa río.
YPF.LP.EM-405	19/08/1970	2018	Falta registro de abandono. Fácil acceso.
YPF.LP.EM.a-444	02/11/1970	2018	Falta registro de abandono. Fácil acceso por la ruta 34.
PC.LP.EM-1263	30/01/1999	2018	Falta registro de abandono. Acceso fácil.
PC.LP.EM.IA-1221	18/01/1996	2018	Falta registro de abandono. Fácil acceso. Cerca de la pasarela y un tanque verde.
PC.LP.EM.IA-1222	28/02/1996	2018	Falta registro de abandono. Fácil acceso. Cerca de la pasarela y un tanque verde.
YPF.LP.EM.a-282	10/07/1968	2018	Falta registro de abandono.
PC.LP.EM-1049	28/08/1978	2018	Falta registro de abandono. Cerca del drenaje sistema riego.
YPF.LP.EM-426	29/07/1970	2018	Falta registro de abandono.
YPF.LP.EM-604	15/10/1973	2018	Falta registro de abandono. Acceso medio. vegetación abundante.
PBE.LP.EM-1532	10/09/2004	2018	Falta registro de abandono. Pegado al recinto.
YPF.LP.EM.a-296	01/09/1969	2018	Falta registro de abandono. Cerca al drenaje sistema de riego.
YPF.LP.EM-599	18/10/1973	2018	Falta registro de abandono. Fácil acceso. Ubicación en Chacra productiva.
YPF.LP.EM.a-276	26/08/1968	2018	Falta registro de abandono. Fácil acceso. Cerca al pozo 426.

A partir de ello, se realizó una selección de locaciones, las cuales cumplieran con ciertos criterios como tiempo de abandono entre sí, y también como distancias al río Colorado, distancia a drenaje del sistema de riego (de la localidad de 25 de Mayo), distancias entre pozos, cercanías a caminos, cercanías a recintos, cercanías a canteras, como también a las bases de las operadoras y/o depósitos. Para el presente trabajo se seleccionaron 8 locaciones teniendo en cuenta los criterios antes mencionados. El listado definitivo se puede ver en la Tabla 2, donde cada una contó con dos instalaciones de MARAS, en locación (A) y adyacente (B), que corresponde a la vegetación natural que no ha sufrido intervención.

Tabla 2: Listado de MARAS instaladas en pozos abandonados.

MARAS	Pozo	Fecha Perforación	Fecha Abandono	Distancia al río (m)	Observaciones
1_ A / B	PC.LP.EM-1144	24/08/1987	2007	3100	17 años abandonado. <i>Atriplex lampa</i> . No presenta intervención.
2_ A / B	YPF.LP.EM-394	15/07/1970	2008	900	16 años abandonado. Intervención de maquinaria. <i>Atriplex lampa</i> , <i>Neltuma alpataco</i> .
3_ A / B	YPF.LP.EM-351	25/05/1970	2009	3000	15 años abandonado. Intervención con maquinaria.
4_ A / B	PC.LP.EM-1136	30/06/1985	2011	1500	13 años abandonado. Intervención con maquinaria.
5_ A / B	PBE.LP.EM-1727	25-5-2013	2013	5000	11 años abandonado. Avance vegetación. <i>Atriplex lampa</i> , <i>Larrea</i> sp. Sin intervención de maquinaria.
6_ A / B	YPF.LP.EM-523	25/05/1972	2013	7100	11 años abandonado. cercano a drenaje de sistema riego. vegetación abundante. Salina.
7_ A / B	PC.LP.EM-1065	15/06/1978	2013	900	11 años abandonado. Sin intervención. Campo natural (7-B) leve pendiente.
8_ A / B	PC.LP.EM-1216	12/02/1996	2016	2500	8 años abandonado. Con intervención. <i>Atriplex undulata</i> en huella de maquinaria. Presencia <i>Hyalis argentea</i> "olivillo".

Referencias: MARAS: Monitores Ambientales en Regiones Áridas y Semiáridas en locación (A) y adyacentes (B) a los pozos.

Se evaluó el estado ambiental de las locaciones abandonadas en dicho período, bajo los alcances de la Resolución SEN 5/96, observando la evolución en el tiempo y sin intervención, mediante la utilización del Monitor "MARAS" (Monitor Ambiental para Regiones Áridas y Semiáridas).

## Metodología MARAS

La metodología ha sido presentada previamente en forma parcial (Borrelli and Oliva 2001; Oliva, Escobar et al. 2004; Oliva, Escobar et al. 2006). Fue desarrollada por especialistas de pastizales naturales de la Patagonia en base a la experiencia australiana del programa WARMS (Watson 1998, Tongway 1994), y del programa de Jornada Experimental Station del USDA (Herrick, Van Zee et al. 2005). Consistió en evaluar la cobertura del suelo y la estructura de parches de vegetación.

La metodología puede resumirse de la siguiente manera:

Se fijó el punto fotográfico (poste 1 de la Figura 3) mediante un piquete de hierro de 2 m introducido en el suelo unos 50 cm. Este piquete llevará la identificación permanente MARAS.

En dirección del flujo dominante se extendió la soga de 80 m, que marcará el eje principal del monitor. En el caso de un sitio plano el flujo principal es generalmente el viento dominante del oeste, y esto se realizó con ayuda de una brújula, en dirección O (punto fotográfico) a E. En el caso de una ladera, el flujo principal es de escurrimiento, y se seguirá la pendiente de modo que el punto 9 (poste 9) quede pendiente abajo del punto fotográfico 1. Las laderas fueron con preferencia de exposición NE. En el extremo se fijó una estaca temporal y se tensó la soga, que servirá de guía.

- Sobre esta soga se ubicó una estaca de hierro de 0.75 m (poste 2) a 8.5 m del poste 1.
- En la misma dirección, y a 13.5 m del poste 2 se instaló otra estaca de hierro “t” (poste 3).
- Siguiendo la línea central, y a 50.5 m del poste 3 se instaló otra estaca (poste 9). Aquí se desplegaron las transectas de observación de 50 m. Los 50 cm adicionales permitieron fijar el cuerpo de las cintas métricas a los postes 8, 9 y 10.
- De regreso al poste 2 se instalaron estacas de hierro “T” en forma perpendicular a 2.5 m, que serán los postes 4 y 5. Para ello se debió ubicar la escuadra óptica en

el poste 2, alinear la mira con la soga central y orientar la estaca hasta obtener una línea perpendicular.

- Se realizó el mismo procedimiento en el poste 3, colocando estacas a 6.5 m de distancia perpendicular, para establecer los postes 7 y 6.
- Se realizó el mismo procedimiento en el poste 9, colocando estacas a 6.5 m de distancia perpendicular, para establecer los postes 8 y 10.
- Una vez colocadas las diez estacas se retiró la soga.

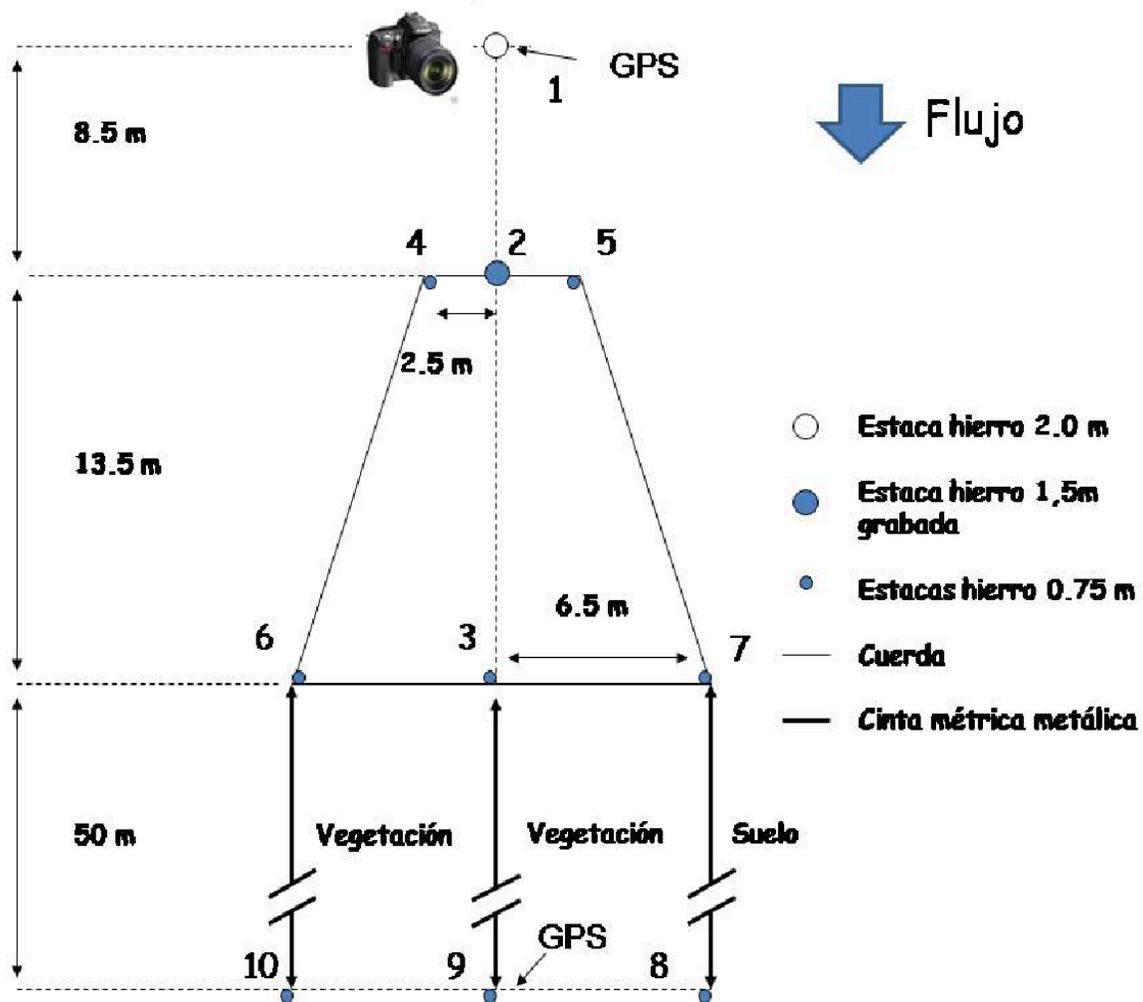


Figura 3: Diseño básico del monitor MARAS. Doble línea resumen distancia de 50 metros. Las cuerdas y las cintas se retiran luego de la medición. “Manual para la instalación y lectura de MARAS”. Fuente: Oliva et al. 2004.

Las mediciones en la cobertura de suelo se realizaron mediante una línea de interpretación de puntos modificada de Levy Madden (1933), el cual resultó un método

rápido y preciso para cuantificar la cobertura del suelo. Permitió evaluar vegetación por especie, mantillo, suelo desnudo, piedras/rocas, muerto en pie y cobertura de líquenes y musgos (criptógamas). Permitió también hacer evaluaciones de diversidad vegetal, incluyendo riqueza de especies e índices como el Shannon-Wiener. En 1946, Simpson planteó un índice que permite medir la diversidad alfa (diversidad de especies en un ecosistema) desarrollado a partir de la teoría de la información (Shannon y Weaver, 1949), que es una medida de la entropía y que se basa en la incertidumbre de que una muestra tomada al azar pertenezca o no a una especie dominante. En las MARAS, el número de puntos muestreados debió ser siempre el mismo, ya que se relaciona con la sensibilidad del método para la evaluación de especies raras, que frecuentemente son crecientes o decrecientes en relación al pastoreo.

La fórmula del índice de Shannon es

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i$$

^donde H es el valor que toma el indicador, pi es la probabilidad de encontrar al azar un individuo de la especie i, y S es la cantidad de especies.

En la Estructura de parches, se recogió información sobre la estructura (tamaño y disposición) de los parches de la unidad de paisaje. Generalmente son áreas de suelo desnudo, pero pueden mostrar superficies con distintas proporciones de grava, pavimento de erosión, rocas o mantillo y vegetación dispersa. La estructura de parches permitió calcular diversos índices de organización del paisaje.

En la zona intervenida, como se muestra en la Figura 4, se instalaron ocho (8) MARAS en locaciones abandonadas más representativas, mientras que otras ocho (8) MARAS fueron instaladas en proximidades a las locaciones abandonadas, de esta manera quedando apareados para facilitar la comparación.

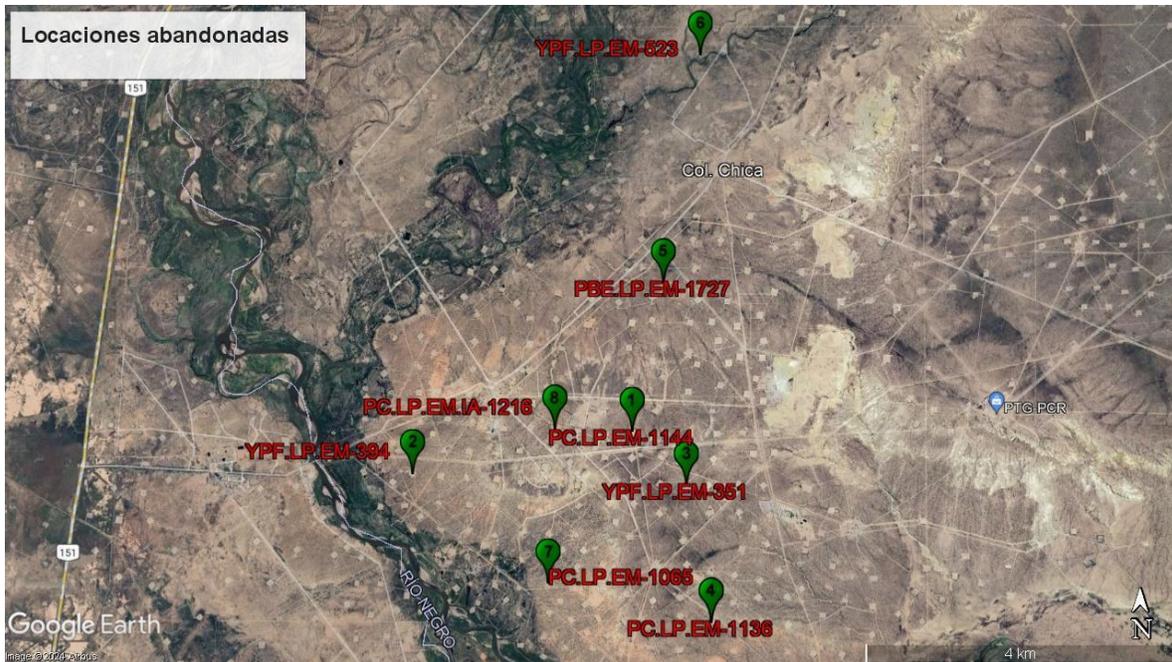


Figura 4: Ubicación de los ocho (8) pozos petroleros abandonados, en los que se colocaron MARAS en la locación (A) y adyacentes a la misma (B).

En cada locación se colocaron las estacas según el diseño de MARAS (Figura 3), teniendo en cuenta la longitud de las mismas, se optó por ubicar de manera tal que su ubicación quede dentro de estas. En el caso de las MARAS adyacentes a cada locación, se tomó como criterio que cada una se ubique lo más próxima posible a la locación abandonada, pero teniendo en cuenta que no haya sufrido intervención alguna (camino, acumulación de material, líneas de conducción, líneas eléctricas, entre otras). En la Figura 5, se ejemplifica la disposición de una MARAS, para su posterior medición.

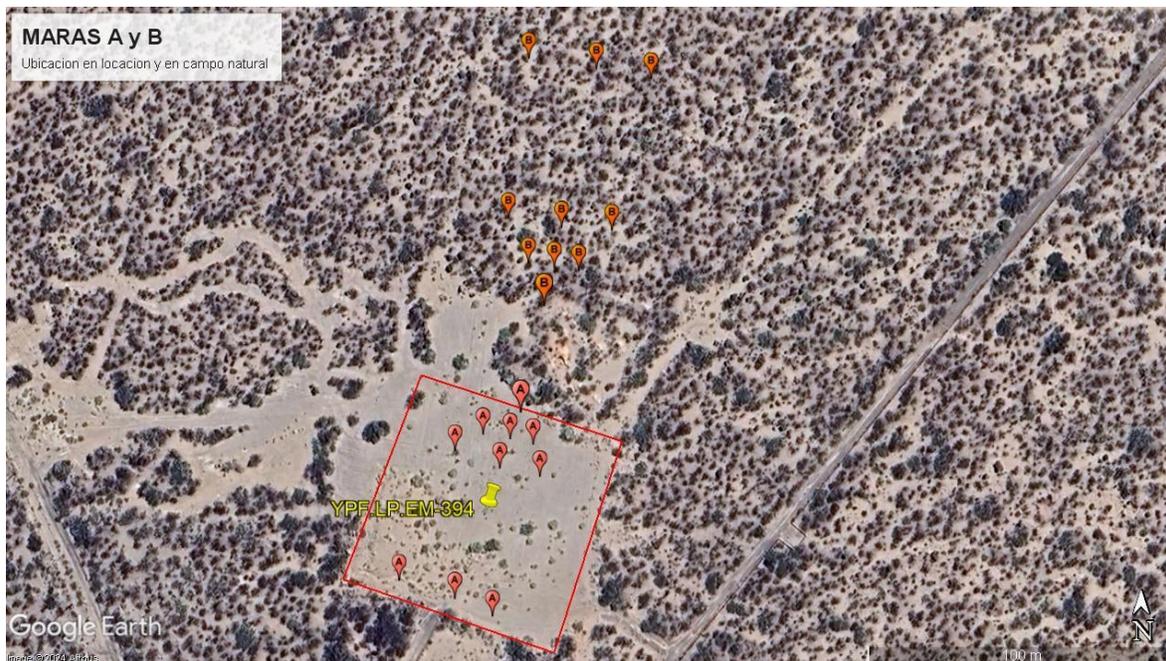


Figura 5: Ejemplo distribución de estacas de la metodología MARAS en locación de Pozo YPF LP EM 394 (Pozo 2). Las estacas “A” corresponden a la locación intervenida, y las estacas “B” a la zona adyacente, o campo natural.

### Trabajos realizados a campo

En cada pozo abandonado se realizó la colocación del monitor MARAS, según el diseño básico (Figura 3). Desde el punto panorámico (punto 1) se realizó una toma de imagen para apreciar la fisonomía en el estado actual de la vegetación. Las planillas completas de las MARAS junto con sus imágenes se encuentran en el Anexo. Se colocó la soga entre las estacas que conforman los puntos 4, 2, 5 y los puntos 6, 3, 7, próximo al punto panorámico, formando el trapecio para delimitar el campo visual. A partir de allí desde las estacas intermedias (puntos 6, 3 y 7) se despliega una cinta métrica (50 metros) hasta los puntos 10, 9 y 8 respectivamente. La primera transecta de vegetación (TV1) se formó desde el punto 6 al punto 10, en donde la bobina de cinta se fija desde el extremo “0” metro (0 cm) al extremo 50 metros (5000 cm). La cinta se colocó lo más cerca del suelo posible para registrar con una aguja o varilla metálica, de un metro aproximado, y cada 20 centímetros de distancia, los diferentes puntos dentro de los cincuenta metros de distancia

(la aguja debe bajar en forma vertical, de modo que cuelgue libremente hasta que toque el suelo).

A partir de ello, se anotó la variable que tocó con una marca en la planilla de campo. La planilla cuenta con una serie de datos fijos como lo son “suelo desnudo”, “mantillo”, “muerto en pie”, “criptogramas” y “efímeras”. Pero también con datos variables, que son las especies que se encontraron en cada punto interceptado. En el caso de que la varilla tocara una o más especies, se anotaron las dos de mayor altura en el punto interceptado. De esta manera se recorrió la cinta desde el inicio “0 cm” al fin de la cinta 5000 cm, totalizando un mínimo de 250 toques.

Una vez finalizado la TV1, se dispuso de la misma manera en la transecta de vegetación 2 (TV2), que va desde el punto 3 al punto 9, donde se desplegó la cinta de igual manera, y se registró los datos de los 250 puntos interceptados.

La transecta TV3s (tercera transecta), recoge información sobre la estructura (tamaño y disposición) de los parches de la unidad paisaje. Estos son obstáculos que contribuyen a interrumpir, desviar o absorber las escorrentía superficial y materiales transportados. Están asociados a plantas leñosas, pastos, hierbas perennes o vegetación muerta en pie que mantiene su integridad, así como ramas y troncos. También se intercalan áreas de suelo desnudo, o con distintas proporciones de grava, pavimento de erosión, rocas o mantillo y vegetación dispersa.

La metodología en la toma de datos consiste en extender la cinta métrica desde el punto o estaca 7 al 8, quedando el extremo “0 cm” en la estaca 7 y del contrario el extremo “5000 cm” (Figura 6). Se recorre la cinta desde el inicio “0” identificando el comienzo o fin del parche (cualquier interrupción fija en la superficie del suelo que supere los 10 cm de longitud y 1 cm de altura, que obstruya potencialmente los escurrimientos superficiales) o interparche (espacios de al menos 5 cm de longitud a lo largo de la transecta, que separan a dos parches contiguos, no quedando retenidos los recursos móviles como suelo, mantillo, semillas), para ello se tiene en cuenta la cobertura basal y no la proyección de la copa.

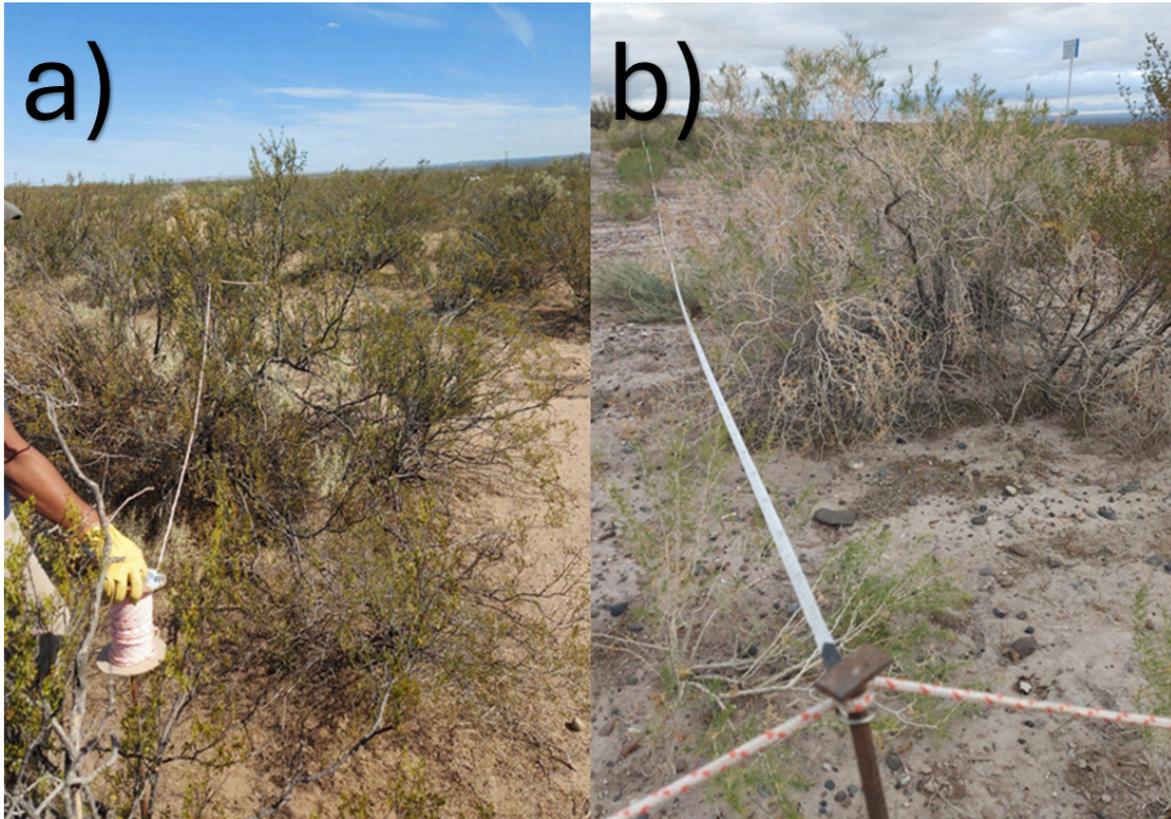


Figura 6: Colocación de monitor MARAS. a) Extensión de cinta métrica sobre vegetación arbustiva. b) Inicio lectura sobre la estaca N°7.

## **Resultados y Discusión**

Los datos registrados en el formulario de terreno, obtenido para cada MARAS, ayudan a monitorear los cambios en la diversidad o en la cobertura, también a registrar plantas invasoras (malezas) y detectar aperturas en la cobertura vegetal, cuando es casi continua, como las estepas patagónicas en el lado chileno (Oliva et al. 2011). En el Anexo se encuentran los resultados de la instalación y lectura de las 16 MARAS.

Los resultados de esta tesina se ordenaron de la siguiente manera: en primer lugar, la cobertura de suelo y la diversidad de especies vegetales, que son componentes cruciales para la estabilidad ecológica y la salud de los ecosistemas terrestres. Seguidamente, la estructura de parches, que se refiere a la disposición y tamaño de las áreas de vegetación, y que juega un papel significativo en la distribución de las especies y en los procesos ecológicos. Posteriormente, se analizó la relación entre las variables anteriores y factores geográficos como la distancia al río Colorado que puede influenciar considerablemente la composición y dinámica de la flora local. Por último, se utilizó el tiempo desde el abandono de los pozos como medida de la evolución de estos aspectos en el tiempo.

### **1) COBERTURA del suelo**

Con respecto a la cobertura, la realización de las MARAS en las locaciones de pozos abandonados, mostró que en la mayoría de las locaciones, más del 60% de intercepciones correspondió a suelo desnudo, y solo 30% a vegetación viva (Tabla 3). En cambio, en los monitores MARAS colocados en los sitios adyacentes a cada pozo, los porcentajes de suelo desnudo disminuyeron considerablemente respecto de las locaciones intervenidas, alcanzando en todos los casos más del 50% de cobertura de vegetación viva o restos (mantillo), con predominancia de arbustos sobre los demás tipos de especies. En el sistema de INTA existe un antecedente cercano (40 km hacia el este), la MARAS LP-015 realizada en 2016, con 33% de suelo desnudo, 13% de mantillo, 47% de vegetación y 7% de muertos en pie (Lucas Butti, comunicación personal).

Tabla 3: Porcentaje de cobertura de cada tipo a partir de las intercepciones en MARAS en locaciones (A) y adyacentes (B).

MARAS	Suelo desnudo	Mantillo	Muerto en pie	Arbustos	Herbáceas	Otras
1 A	76,4	0,2	1,4	21,6	0,0	0,4
1 B	35,9	7,8	3,4	38,2	9,3	5,4
2 A	78,5	3,7	4,5	4,9	4,1	4,1
2 B	28,3	13,2	8,7	32,2	1,9	15,7
3 A	52,5	14,6	3,2	15,2	13,2	1,4
3 B	36,5	10,7	4,3	34,9	6,3	7,3
4 A	83,7	4,4	1,7	0,0	4,8	5,4
4 B	40,2	9,3	6,2	26,1	12,4	5,8
5 A	52,4	9,8	13,1	13,1	4,0	7,6
5 B	37,6	10,6	2,0	31,1	1,8	16,9
6 A	38,0	14,8	6,7	29,1	10,8	0,6
6 B	34,8	7,1	3,3	45,8	7,4	1,6
7 A	63,6	1,2	7,3	11,4	16,3	0,2
7 B	44,4	3,9	3,5	35,1	4,1	9,1
8 A	60,9	12,8	9,4	14,0	2,8	0,2
8 B	29,7	9,2	6,0	34,0	8,6	12,5

En un relevamiento de una cantera abandonada en la planicie patagónica en las cercanías de Bariloche, Río Negro, se encontró un cambio de 61 a 18% de cobertura vegetal al pasar del ecosistema de referencia al interior de la cantera (Roncallo y Rovere, 2018). De las 49 especies relevadas en total, se encontraron 20 en las adyacencias (7 arbustos y 13 hierbas) y 13 en la cantera (4 arbustos y 9 hierbas). Según los autores, tras casi 60 años de abandono, la recuperación de las canteras por sucesión ecológica natural es muy poco probable, debido a limitaciones de agua y nutrientes inherentes a estos ambientes, más la decapitación y erosión del suelo. En esta tesina, comparando los valores entre locación y área adyacente, además de la diferencia de suelo desnudo, se encontró mayor cobertura de arbustos y de otras especies (cactus, criptógamas y efímeras) en las áreas adyacentes, mostrando el impacto de la actividad petrolera aún tras el abandono de los pozos (Figura 7). Por el contrario, no hubo diferencias significativas entre ubicaciones

para mantillo y especies herbáceas. Similares diferencias entre el ecosistema adyacente y picadas abandonadas fueron encontradas por Rossius Gagnon y Dalmaso (2018) en Mendoza, aun tratándose de una superficie revegetada y tras 18 años. Cuando el disturbio es muy intenso, la restauración de la cubierta vegetal difícilmente recupera la comunidad original de referencia, lo que es una manifestación de la irreversibilidad de la pérdida de biodiversidad debida a los cambios antrópicos (Balaguer, 2002).

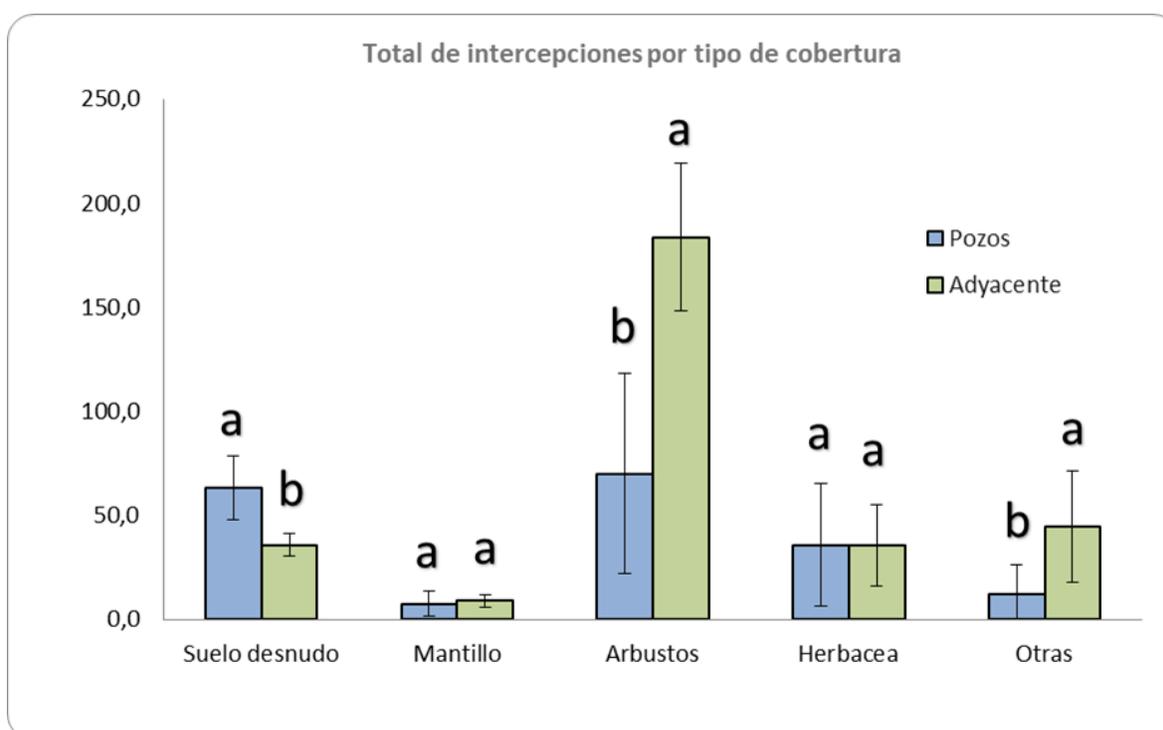


Figura 7. Promedios y desvíos del total de intercepciones de distintos tipos de cobertura en las MARAS de locaciones (pozos) y zonas adyacentes. Diferentes letras para un mismo tipo de cobertura indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Respecto a la representación visual de las MARAS, cuestión importante de acuerdo a la metodología, se puede observar la diferencia de vegetación en los sitios de muestreo elegidos como ejemplo (Figura 8), entre A (locación) y B (adyacente). Para reducir la subjetividad en la elección de la colocación del monitor, se tomó como criterio que la misma debería estar en un lugar representativo en el que se pueda desplegar el monitor,

como también en el sitio de campo natural, debiendo presentar este todo el lugar sin intervención humana.

En estos arbustales abiertos o muy abiertos, el estrato arbustivo es dominante con una cobertura que oscila entre 10-40% y ejemplares de poco porte, con sitios de suelo desnudo alternados con un estrato gramíneo de cobertura variable, sin presencia de estrato arbóreo (Roberto y Carreño, 2018). Si bien son estables, son altamente sensibles a procesos que provoquen la alteración y/o destrucción de la comunidad vegetal, afectando las condiciones edáficas (temperatura del suelo, humedad, ciclo de nutrientes, etc.), el flujo de energía y la productividad, el hábitat de la fauna asociada y pudiendo magnificar otros procesos, como los erosivos (UNLPam, 2001).



Figura 8. Ejemplos de monitores ubicados en el pozo PC-LP-EM-IA 1216. a) Locación abandonada en el año 2016, presenta predominancia de *Atriplex sp.* b) zona adyacente con presencia arbustiva de diversas especies.

## 2) **DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES**

La diversidad de especies vegetales es una característica fundamental que determina la estructura, función y resiliencia de estos ecosistemas. La diversidad vegetal se refiere no

sólo al número de especies presentes (riqueza de especies) sino también a la abundancia relativa de cada especie (equitatividad).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las diferentes locaciones de estudio y sus sectores adyacentes, donde se colocaron los monitores MARAS, se registraron diferentes especies vegetales. En la Tabla 4 se puede observar un análisis detallado de las 30 especies halladas, en las que se identificó por tipo (arbustivo, herbáceas, otras), número de presencia en MARAS y cantidad total de intercepciones. El matorral xerófilo está integrado por arbustos, en su mayoría. De acuerdo al tipo biológico, hábito de vida o forma de vida, las 30 especies señaladas se distribuyen de la siguiente manera: 18 arbustos, 11 herbáceas, 1 cactácea. En las locaciones se relevaron 16 especies y en las zonas adyacentes, 26. También cabe mencionar la presencia de especies como *Larrea nitida* e *Hyalis argentea*, que no cayeron en los monitores pero se observaron en alrededores. A modo de comparación, en la MARAS LP-015 se relevaron un total de 15 especies (4 herbáceas y 11 arbustos), siendo las principales *Larrea divaricata*, *Neltuma alpataco*, *Lycium chilense*, *Bredemeyera microphylla* y *Bougainvillea spinosa* (Lucas Butti, comunicación personal). Las especies más relevadas en este trabajo fueron las efímeras (más intercepciones), seguidas de *Senecio subulatus* y *Atriplex Uudulata* en las locaciones y *Larrea divaricata*, *Prosopis alpataco*, *Verbena aspera* y *Atriplex lampa* en las adyacencias.

Tabla 4. Listado de especies vegetales encontradas en las MARAS en pozos abandonados y locaciones adyacentes.

Nombre científico	Nombre vulgar	Tipo*	Pozos		Adyacentes	
			M.**	I.***	M.**	I.***
<i>Acantholippia seriphioides</i>	Tomillo	A	1	1	4	14
<i>Allenrolfea vaginata</i>	Jume	A	1	23	1	1
<i>Atriplex Lampa</i>	Zampa	A	4	123	7	145
<i>Atriplex Undulata</i>	Zampa crespá	A	5	236	0	0
<i>Baccharis spartioides</i>	Pichana	A	1	96	1	69
<i>Bougainvillea spinosa</i>	Monte negro	A	0	0	3	17
<i>Bredemeyera microphylla</i>	Hualan	A	0	0	2	12

<i>Chuquiraga erinacea</i>	Chilladora	A	0	0	1	18
<i>Cyclolepis Genistoides</i>	Palo azul	A	0	0	5	38
<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	H	1	56	1	2
<i>Gochnatia glutinosa</i>	Jarillilla	H	1	15	5	45
<i>Junellia seriphioides</i>	Tomillo macho	A	0	0	3	25
<i>Larrea cuneifolia</i>	Jarilla macho	A	0	0	6	371
<i>Larrea divaricata</i>	Jarilla hembra	A	4	64	7	503
<i>Lycium gilliesianum</i>	Piquillín de víbora	A	0	0	2	3
<i>Lycium chilensi</i>	Llaollin	A	0	0	3	6
<i>Monttea aphylla</i>	Ala loro	A	0	0	2	18
<i>Parkinsonia praecox</i>	Chañar brea	A	0	0	1	9
<i>Poa lanuginosa</i>	Pasto hilo	H	0	0	2	7
<i>Prosopidastrum globosum</i>	Manca caballo	A	0	0	1	4
<i>Neltuma alpataco</i>	Alpataco	A	3	12	8	236
<i>Prosopis strombulifera</i>	Retortuño	H	2	17	0	0
<i>Schinus johnstonii</i>	Molle blanco	A	0	0	1	3
<i>Senecio subulatus</i>	Romerillo	A	6	130	1	14
<i>Solanum eleagnifolium</i>	Revienta caballo	H	4	26	0	0
<i>Stipa speciosa</i>	Coiron	H	1	1	0	0
<i>Suaeda divaricata</i>	Vidriera	A	1	7	2	17
<i>Mulguraea aspera</i>	Rama blanca	A	1	12	7	164
<i>Verbena sp</i>	Verbena sp	H	3	28	2	16
Cactus		O	0	0	1	1
Criptógamas		O	1	1	3	7
Efímeras		O	8	96	8	351

Referencias: \* H = herbáceas, A = arbustos, O = otras; \*\* número de MARAS en las que se encontró; \*\*\* cantidad total de intercepciones encontradas.

La composición florística relevada coincide con el Inventario Integrado de Recursos Naturales de La Pampa (Cano et al., 1980) y el estudio ambiental PASMA II (UNLPam,

2001), que destacan la presencia de *L. divaricata*, *Acantholippia seriphioides* y *Stipa tenuis*, una menor cantidad de arbustos bajos y matas, como *Verbena conatibracteata*, *N. alpataco*, *Monttea aphylla*, *Atriplex lampa* y *Sphaeralcea mendocina*. No obstante, la diversidad se compone tanto de la cantidad de especies como de individuos, por lo que cobran relevancia índices como el de Shannon y Weaver, el cual proviene de la teoría de información como una medida de la entropía (Martinez Arevalo, 2022), y considera tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (distribución relativa de individuos). Shannon utilizó para esto la fórmula de la entropía desarrollada por Boltzmann a finales del siglo XIX (Shannon y Weaver, 1949). El índice mide la incertidumbre y se interpreta como la probabilidad de escoger dos individuos al azar que pertenezcan o no a una misma especie, si pertenecen a una misma especie la incertidumbre es baja y eso significa que la biodiversidad es baja, pero si se toman dos individuos y no pertenecen a la misma especie entonces la incertidumbre es alta y por lo tanto la diversidad es alta. De manera general, se puede indicar que el valor del índice va de 0 cuando hay una sola especie a  $\ln S$ , donde S es el número de especies, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Las principales ventajas del uso de este índice es que presenta una normalidad en datos obtenidos de una misma área y a través del tiempo, en un mismo valor se obtiene información de la riqueza y equitatividad de la muestra.

En la Figura 9, claramente se distingue una significativamente menor diversidad en las locaciones, con presencia dominante de algunas especies y pocas especies menos comunes. Por otro lado, las adyacencias representan un ecosistema donde las especies están más equitativamente distribuidas en término de número de especies como cantidad de individuos. Comparativamente, se encontró en la MARAS LP-015 mencionada anteriormente un valor de 1,99, sensiblemente más alto que el de las zonas adyacentes de este estudio (Butti, comunicación personal). Cabe recordar que el valor del índice está entre 0 a 5, pero de acuerdo con Somarriba (1999), la mayoría de estudios donde se ha utilizado muestra valores entre 1,5 a 3,5 y raramente 4,5. A modo de ejemplo, Dalmaso et al. (2018) encontraron valores de entre 1,85 y 3,53 para unidades de vegetación en la región del Monte Occidental en Mendoza, en áreas con valores de 50 a 95% de cobertura de suelo desnudo.

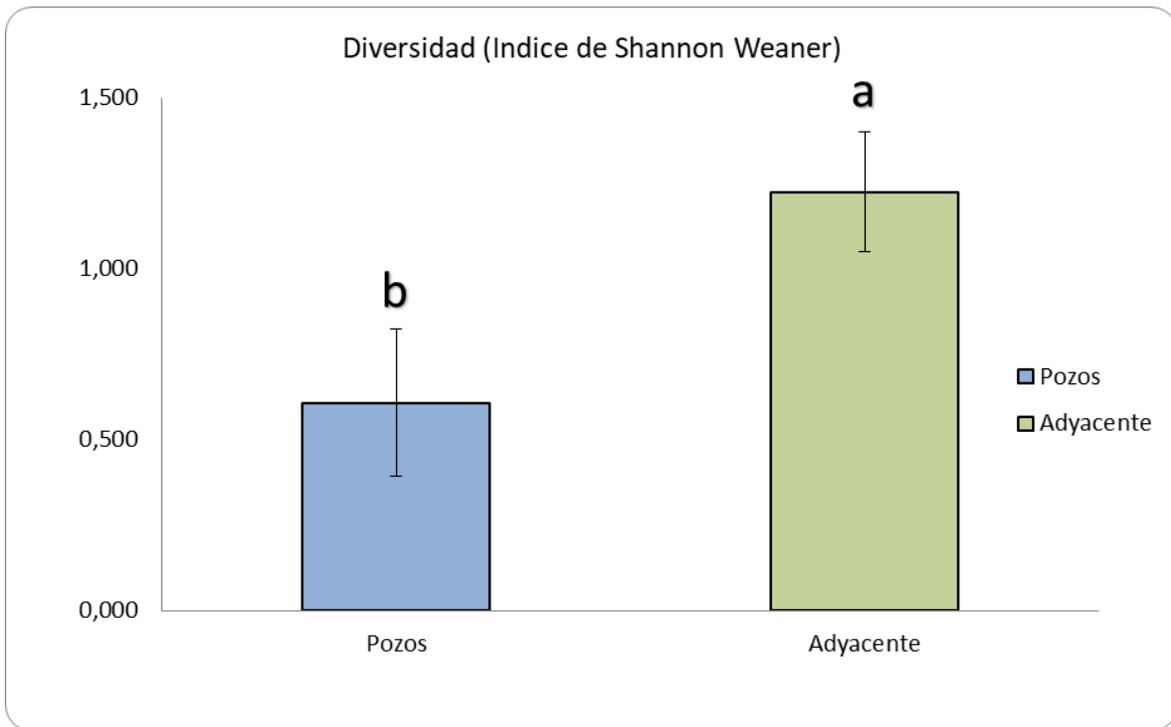


Figura 9: Promedios y desvíos del Índice de diversidad de Shannon y Weaner en MARAS realizadas en locaciones (pozos) y zonas adyacentes. Diferentes letras indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Los datos obtenidos muestran que en las locaciones intervenidas, la predominancia fue de arbustos en su mayoría de *Atriplex undulata*, un bajo porcentaje de *Atriplex lampa* y *Neltuma alpataco*, y presencia de herbáceas como *Solanum sp*, *Senecio subulatus*, *Verbena sp*. Mientras tanto, en el campo natural (zonas adyacentes) no hubo predominancia de alguna especie en particular, sino que la distribución fue más homogénea en cuanto a la presencia de arbustos, herbáceas y otras. Ejemplo de arbusto con mayor frecuencia de intercepciones fueron *Atriplex lampa*, *Larrea sp*, *Neltuma alpataco*, y en el caso de herbáceas fueron *Efimeras* y *Mulguraea aspera*. En menor proporción la presencia de arbustos estuvo representada por *Baccharis spartioides*, *Bougainvillea spinosa*, *Bredemeyra microphylla*, *Chuquiragua erinacea*, *Cyclolepis genistoides*, *Lycium sp*, *Senecio subulatus*, en el caso de las herbáceas hubo presencia de *Verbena sp*, *Junellia seriphioides* y *Gochnatia glutinosa*. La disminución en la cantidad total de especies y el mayor impacto sobre

arbustos que sobre herbáceas que tiene la actividad petrolera tras el abandono es consistente con lo encontrado en el trabajo mencionado realizado sobre una cantera abandonada en Río Negro (Roncallo y Rovere, 2018). Sin embargo, a causa de una activa revegetación y rehabilitación, Rossius Gagnon y Dalmaso (2018) no encontraron diferencias significativas en este indicador tras 18 años. Respecto a esto, es necesario resaltar que, por su carácter, los endemismos constituyen las entidades más vulnerables a las acciones humanas. Entre las especies relevadas se encuentran ejemplos de endemismos regionales o restringidos a condiciones edáficas y topográficas particulares, como *Cyclolepis genistoides*, *Allenrolfea vaginata*, *Atriplex Lampa*, *Senecio subulatus* y *Gochnatia glutinosa* (UNLPam, 2001).

### **3) ESTRUCTURA DE PARCHES**

Los parches actúan como “sumideros” de recursos. Entre ellos se intercalan zonas “fuente”, de pérdida o tránsito rápido de recursos, denominados “interparches”. Generalmente son áreas de suelo desnudo, pero pueden mostrar superficies con distintas proporciones de grava, pavimento de erosión, rocas o mantillo y vegetación dispersa. La estructura de parches permite calcular diversos índices de organización del paisaje.

En la Tabla 5 se reflejan las diferencias porcentuales en cantidad de parches e interparches, tanto en locación como adyacencias, registrados en los monitores MARAS, mostrando que existe mayor cantidad de suelo desnudo en las zonas intervenidas, siendo estos también de mayor tamaño que los parches en la mayoría de los casos.

Tabla 5: Estructura de parches de vegetación de las locaciones abandonadas (A) y áreas adyacentes (B).

MARAS	Superficie de interparche (%)	Superficie de parche (%)	Tamaño medio de interparche (cm)	Largo medio de parche (cm)	Ancho promedio de parches (cm)	Alto promedio de parches (cm)	
1	A	76,1	23,9	476	171	220	51
	B	33,0	67,0	236	419	269	180
2	A	99,2	0,8	1653	20	35	35
	B	52,0	48,0	433	343	488	195
3	A	79,1	20,9	659	149	300	168
	B	30,5	69,5	254	496	381	174
4	A	76,1	23,9	634	171	220	51
	B	53,5	46,5	443	330	300	196
5	A	45,5	54,5	380	454	267	142
	B	33,7	66,3	337	553	642	193
6	A	56,2	43,8	562	438	310	80
	B	43,9	56,1	366	401	336	163
7	A	41,8	58,2	348	582	430	144
	B	82,3	17,7	686	177	217	117
8	A	63,1	36,9	350	205	370	153
	B	31,7	68,3	176	379	370	153

En las locaciones intervenidas, los porcentajes reflejan una mayor cantidad interparches, o sea suelo desnudo, respecto a los parches (Figura 10). Esto indica que aproximadamente un tercio del total del paisaje está ocupado por parches de hábitat específicos, mientras que el resto consiste en áreas de transición. Por el lado de los monitores colocados en los sitios adyacentes refleja que las proporciones de interparches se asemejan a la de los parches, indicando menor fragmentación con grandes extensiones continuas o con una proporción de áreas no utilizadas o modificadas.

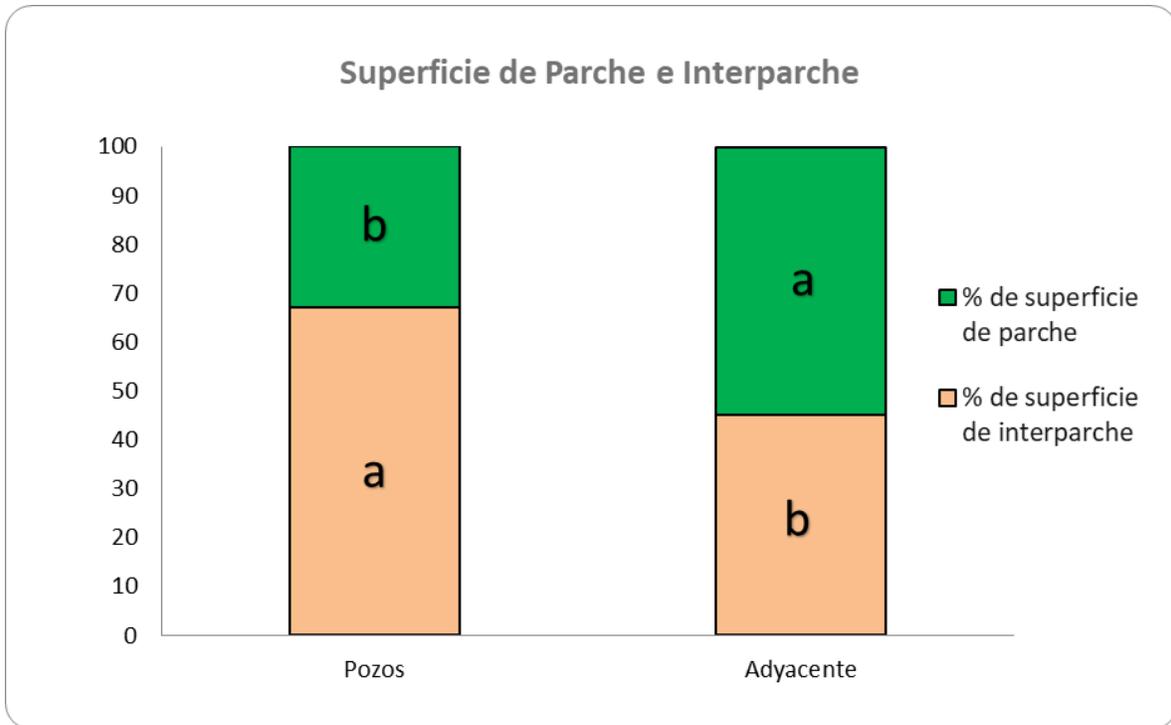


Figura 10. Superficie de parche e interparche (suelo desnudo) en MARAS de locaciones (pozos) y zonas adyacentes. Diferentes letras en un mismo tipo de MARAS indican diferencias significativas entre variables ( $p < 0,05$ ).

Los datos proporcionan una visión detallada de la estructura y distribución de los hábitats (parches e interparches) en los diferentes paisajes (Tabla 6). Comparadas con la MARAS LP-015 (Lucas Butti, comunicación personal), se encontraron valores similares, aunque en general parches más grandes y de mayor altura tanto en pozos como en zonas adyacentes. El sitio adyacente (B) muestra una tendencia hacia parches de hábitat más grandes en tamaño y volumen, con una mayor cantidad de parches en general. Por otro lado, el sitio de la locación tiene parches de hábitat más pequeños y menos numerosos en comparación con su adyacente, con un tamaño medio de parches y superficie media de parches menores. La diferencia en la cantidad y tamaño de interparches también indica posibles diferencias en la conectividad y fragmentación del hábitat entre los paisajes. Esta información es crucial para comprender cómo la estructura del paisaje puede influir en la biodiversidad y en los procesos ecológicos dentro del ambiente.

Tabla 6. Estadísticas de los parches de vegetación y comparación con una MARAS cercana.

Características	Locaciones (A)	Adyacentes (B)	MARAS LP-015
Largo medio interparches (cm)	632,8 a (739,3)	366,4 a (212,7)	192,8
Largo medio parche (cm)	273,7 a (302,1)	387,2 a (254,2)	244,2
Cantidad de interparches	6,1 a	6,4 a	7
Cantidad de parches	6,0 a	7,0 a	8
Ancho promedio de parches (cm)	269,0 a (168,2)	375,2 a (184,0)	98,2
Alto promedio de parches (cm)	103,0 a (54,0)	171,3 b (54,5)	91,8
Superficie media de parches (óvalo, m <sup>2</sup> )	9,4 a (13,5)	14,6 a (14,5)	14,9
Volumen medio de parches (semielipsoide, m <sup>3</sup> )	7,1 a (11,0)	13,2 a (15,0)	6,7

Referencias: distintas letras en una misma variable indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); valores entre paréntesis y cursiva corresponden a desvíos estándar. Fuente de la última columna: Lucas Butti, comunicación personal.

Con fines de comparación visual, se elaboraron dos perfiles de vegetación “promedio”, a partir de las estadísticas (media y desvío) de la cobertura de parches e interparches, correspondientes locaciones y zonas adyacentes a partir de una transecta ficticia de 50 m de largo (Figura 11). En el perfil se caracterizaron los diferentes estratos verticales (arbustivo, herbáceo, otras) de acuerdo a la altura de los individuos de las diferentes especies. Las diferencias más relevantes entre ambos ambientes son que en las locaciones existen grandes áreas de suelo desnudo entre los parches de vegetación, y el menor crecimiento en altura debido, en parte, a la periódica pasada de maquinaria en la mayoría de las locaciones. Esto se pudo evidenciar a partir de huellas de alguna especie de disco aún tras más de diez años de abandono (Figura 12), actividad que causa compactación del suelo y remoción de la vegetación natural, perjudicando las condiciones para el

crecimiento de la vegetación (Dalmaso y Martínez Carretero, 2013; Reichmann, et al., 2003).

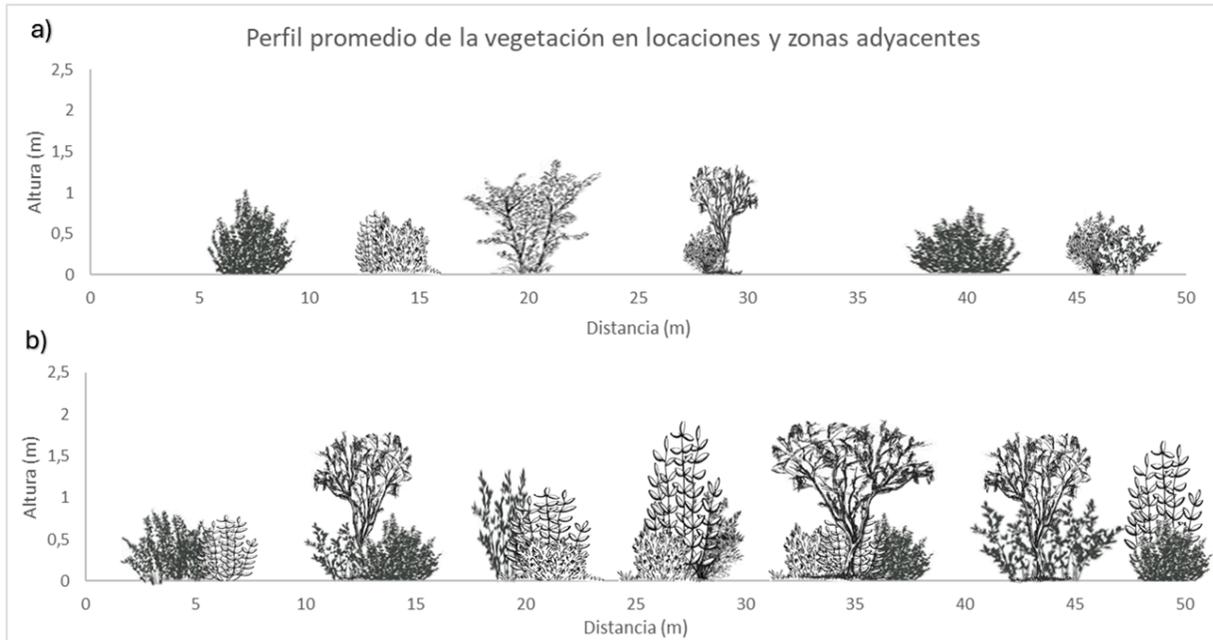


Figura 11: Reconstrucción comparativa de los perfiles de vegetación de las locaciones (a) y zonas adyacentes (b) a partir de la distribución y características promedio de los parches de vegetación e interparches (suelo desnudo). Las plantas dibujadas son solo ilustrativas y la altura está exagerada 4x para facilitar la comparación.



Figura 12: Presencia de surcos en locaciones, indicando trabajo de maquinaria posterior al abandono. MARAS 2A (Pozo YPF-LP-EM 394, abandonado en 2008).

#### 4) DISTANCIA AL RÍO

En el criterio de selección de las locaciones abandonadas, se tuvo en cuenta también las distancias al río, en su defecto a la zona con más humedad. De esta manera se testeó si existían diferencias entre las locaciones y el efecto sobre las diferencias encontradas entre locaciones y adyacentes. Los resultados arrojaron que en la mayoría de las variables no presentaron diferencias, exceptuando la cobertura de suelo que muestra un decrecimiento al alejarse del río (Tabla 7). Tal vez sea mayor el crecimiento de vegetación en locaciones cerca del río por efecto de este, y es necesario el trabajo con maquinarias para eliminar la arbustización (por lo tanto, realizan más pasadas de maquinarias). Se puede aducir que las locaciones más visibles o cercanas a caminos principales son las que están con mayor intervención, en comparación con las más alejadas o menos visibles.

Tabla 7: Relación entre variables de vegetación (diferencia entre locación y adyacente) y la distancia al río.

Variable	Pendiente	Intercep.	r <sup>2</sup>	Est. F
Suelo Desnudo	-0,006	44,1	0,278	6,68
Mantillo	0,002	-6,9	0,198	4,81
Total spp	0,008	-139,2	0,028	1,21
Arbustos	0,007	-135,9	0,436	11,67
Herbáceas	0,001	-3,0	0,000	0,02
Otras spp	0,003	-42,9	0,015	0,85
Shannon Weaner	0,000	-0,7	0,000	0,02

Referencias: Pendiente de la recta (regresión lineal), valor de intercepción, coeficiente de regresión y valor del estadístico F, que tiene que ser superior a 5,98 para denotar significancia (1 y 6 grados de libertad, n = 8).

Otra variable que mostró una relación significativa con esta distancia al río Colorado, fue la frecuencia de arbustos. Contrariamente a lo que podría esperarse, hay una mayor cobertura de arbustos a medida que se alejan del río, tanto en locaciones como en áreas adyacentes (Figura 13). El motivo puede hallarse en que las plantas xerófitas, como los arbustos, están adaptadas a condiciones más secas y pueden ser más competitivas en áreas con menor humedad, siendo más eficientes en el uso del agua y nutrientes en ambientes áridos. Cerca del río la competencia entre diferentes tipos de vegetación puede ser más intensa y las especies que requieren más agua pueden establecerse con más facilidad.

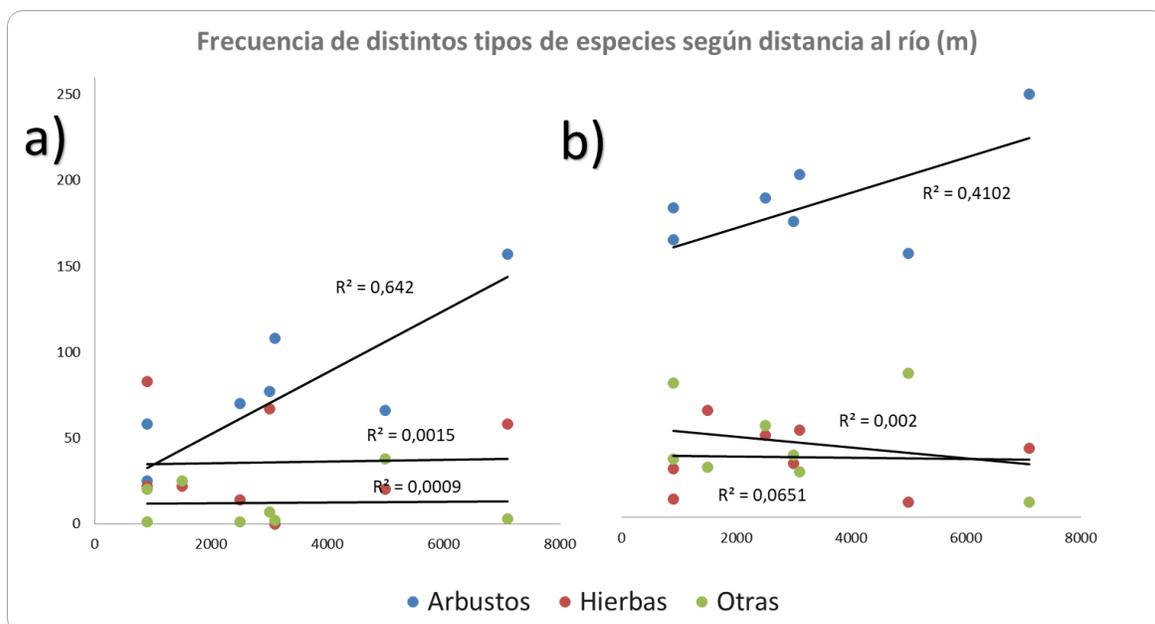


Figura 13: Total de intercepciones en MARAS ubicadas en pozos abandonados (a) y zonas adyacentes (b) por tipo de especie, según su distancia al Río Colorado, y regresiones lineales (solo la de arbustos en ambos casos es significativa con  $p < 0,05$ ).

## 5) EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO TRAS EL ABANDONO

El desarrollo de la actividad petrolera genera un fuerte impacto sobre los recursos naturales, generando daños sobre la topografía, el suelo y la vegetación, alterando la

estructura y las funciones del paisaje. Si a estas alteraciones se les suma las condiciones climáticas limitantes del sistema, las posibilidades de revegetación en forma natural se vuelven muy bajas, erráticas e inciertas (Ciancio et al., 2013). Sin embargo, para una estepa arbustiva en la provincia de Río Negro, Reichmann et al. (2003), registraron en plataformas de pozos petroleros abandonados y sin intervenir en lapsos de tiempo de hasta 40 años, que la riqueza florística, la diversidad específica y el índice de similaridad fueron mayores con los años.

Por ello, se planteó como objetivo general evaluar el impacto de la actividad y el proceso de recuperación de la vegetación xerófila tras el abandono de pozos hidrocarburíferos en el Yacimiento Medanito SE. Uno de los objetivos particulares fue evaluar el proceso de revegetación natural tras el abandono de las locaciones.

En este sentido, se utilizó un modelo estadístico, cuyos resultados se muestran en la Tabla 8, que incluye variables independientes relacionadas a la vegetación (como suelo desnudo, mantillo, total de especies halladas, arbustivo, herbáceas, entre otras) y el tiempo de abandono como la variable dependiente o de interés. Un valor bajo del estadístico sugiere que el modelo no proporciona una buena explicación de los datos y las variables independientes no están relacionadas de manera significativa con el tiempo de abandono. La falta de relaciones siquiera cerca de ser significativas se atribuye a que las locaciones, con motivo de mantenimiento, son intervenidas con maquinarias para mantener la limpieza de la locación (Figura 12). Por tal motivo, el tiempo desde el abandono deja de ser una variable relevante.

Tabla 8: Relación entre variables de vegetación (diferencia entre locación y adyacente) y el tiempo de abandono del pozo.

Variable	Pendiente	Intercep.	r <sup>2</sup>	Est. F
Suelo Desnudo	2,579	-5,6	0,052	1,78
Mantillo	-1,221	14,3	0,146	3,71

Total spp	-1,538	-94,3	0,000	0,07
Arbustos	-0,050	-113,0	0,000	0,00
Herbáceas	-1,439	18,2	0,000	0,08
Otras spp	0,618	-40,6	0,007	0,05
Shannon Weaner	-0,001	-0,6	0,000	0,08

Referencias: Pendiente de la recta (regresión lineal), valor de intercepción, coeficiente de regresión y valor del estadístico F, que tiene que ser superior a 5,98 para denotar significancia (1 y 6 grados de libertad, n = 8).

Los principales impactos de la actividad minera que se detectaron fueron la baja cobertura de vegetación y la escasa diversidad de especies vegetales, que no parecen recuperarse tras decenas de años. Esto puede explicarse a partir de que las plataformas de pozos son explanadas y permanecen durante años sin cobertura vegetal, soportan visitas permanentes de mantenimiento con presencia de vehículos pesados, suelen agregarse materiales calcáreos y arcillas que favorecen la consolidación del piso (Dalmaso y Martínez Carretero, 2013). A ello debe sumarse el elevado contenido de sales de los materiales incorporados y los posibles vuelcos de lodos de perforación, productos químicos industriales e hidrocarburos en general (ver relevamiento de pozos de este mismo yacimiento hecho por Buss, 2016), y la continuación de estas actividades tras el abandono, como se observó en algunas de las locaciones relevadas.

Por otro lado, en todo sistema xérico cuya vegetación ha sufrido una destrucción total o parcial, su recuperación es lenta y dificultosa ya que la aparición de las especies es muy dependiente tanto de la existencia, tamaño y calidad del banco de semillas como de la probabilidad que existan sitios seguros, incrementando la sensibilidad de la comunidad a la acción de las actividades mineras (UNLPam, 2001). En suma, la actividad petrolera genera un alto impacto negativo sobre la vegetación nativa y la información indica que su recuperación en forma espontánea es poco probable y/o insume mucho tiempo. La

bibliografía existente indica, por otro lado, que la combinación de técnicas de restauración (enriquecimiento vegetal, facilitación, escarificado, implantación de individuos) permite el establecimiento de especies de las comunidades de contacto de las locaciones, acelerando la recuperación de la cobertura vegetal (Navas Romero et al., 2018).

## **Conclusiones**

La instalación de los Monitores de Regiones Áridas y Semiáridas (MARAS), por primera vez en locaciones de pozos hidrocarburíferos abandonados (de acuerdo a nuestro conocimiento) y en sitios adyacentes para su comparación, permitirá a futuro evaluar la evolución de la vegetación tras el cese de actividad en pozos que ya no sean productivos. Para ello, es de vital importancia evaluar la evolución de la vegetación tras el abandono de pozos, como primer aporte para recomendar estrategias para la revegetación y recuperación de los ambientes xerófilos degradados por la actividad petrolera en la provincia.

Con la metodología MARAS, se cumplieron los objetivos planteados. Se pudo evaluar el impacto de la actividad y evidenciar en cierta forma el proceso de recuperación. Se comparó el estado de locaciones abandonadas con las áreas colindantes no intervenidas, evaluando la estructura y composición de los parches de vegetación, considerando el efecto de la distancia al río Colorado.

A partir de estos datos obtenidos, se acepta la hipótesis planteada, ya que la estructura y la funcionalidad del ecosistema xerófilo no se recuperan en al menos diez años de abandono de la locación. Sin embargo, es necesario decir que los resultados no fueron del todo concluyentes, ya que el hecho de encontrar evidencias de pasadas de maquinaria posteriores a la fecha de abandono le quita certeza a la afirmación.

Se considera que el aporte de esta tesis es valioso para la región, ya que la actividad petrolera es tal vez la principal actividad antrópica que genera un fuerte disturbio y prolongado en el tiempo, sobre el monte occidental en el sudoeste de la provincia de La Pampa. Los cambios impuestos por las actividades hidrocarburíferas no pueden revertirse por la simple reducción o cese de la actividad, y el ambiente no se recupera en el corto plazo. La diversidad se ve disminuida con estas intervenciones y se generan discontinuidades en la fisonomía de la vegetación.

Como limitante de este trabajo, se destaca la dificultad para buscar y generar información de una mayor cantidad de sitios. La creación de una base de datos, tal vez con

todos los pozos abandonados, resultará importante para analizar y poder extrapolar a otros yacimientos. Otro aspecto necesario para realmente analizar la evolución en el tiempo sería realizar monitoreos frecuentes (cada 5 o 10 años) en las mismas ubicaciones.

Por otro lado, el hallazgo de que los pozos abandonados siguen siendo intervenidos con maquinarias (ejemplo un escarificador, una motoniveladora, una retroexcavadora), probablemente para mantener su transitabilidad, no es un punto menor, ya que un verdadero abandono de pozos implicaría idealmente la recuperación, natural o no, de las condiciones previas a la instalación de la actividad. En este sentido, generar y ejecutar un plan de actividades para abandono de pozos, que incluya el monitoreo en el tiempo, será fundamental para la gestión y conservación de los recursos naturales.

## **Bibliografía Citada**

- Balaguer, L. (2002). Las limitaciones de la restauración de la cubierta vegetal. Ecosistemas. Revista de Divulgación Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. Año XI, N° 1. Enero-Abril.
- Borrelli, P. y G. Oliva (2001). Evaluación de Pastizales. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de manejo extensivo. P. Borrelli y G. Oliva. Buenos Aires, INTA: 163-168.
- Buss, C.I. (2017). Detección temprana de contaminación por hidrocarburos en áreas de riesgo hídrico en 25 de Mayo, La Pampa. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de La Pampa, La Pampa, Argentina. 78 pp. Disponible en: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2067>
- Cabrera, A.L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Acmé. Buenos Aires.
- Cano, E. (1988). Convenio AACREA-Provincia de La Pampa. Pastizales Naturales de La Pampa. Descripción de las especies más importantes. Tomo I.
- Cano, E., Casagrande, G., Conti, H.A., Fernández, B., Heiva, R., Lea Plaza, J.C., Maldonado Pinedo, D., Martínez, H.M., Montes, M.A y Peña Zuebiate, C.A. (1980). Inventario integrado de los recursos naturales de La Pampa. INTA-Gobierno de La Pampa-UNLPam.
- Chukwuka, K.S., Alimba, G.C., Ataguba, G., Makurdi Jimoh, W.A. (2018). The Impacts of Petroleum Production on Terrestrial Fauna and Flora in the Oil-Producing Region of Nigeria. En: The Political Ecology of Oil and Gas Activities in the Nigerian Aquatic Ecosystem (pp.125-142). DOI:10.1016/B978-0-12-809399-3.00009-4
- Ciancio, M.E., Tchilinguirian, P., Zuleta, G., Castro, M.L., y Perez, A.A. (2013). Rehabilitación de estepas arbustivas del monte Austral en explanadas petroleras. Evaluación de la Técnica de escarificado II: suelo y microtopografía. In Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina (pp. 239–246). Buenos Aires. Retrieved from <http://www.geobotanica.net/PUBLICACIONES/LIBROS/DiagonalAridaI.pdf>

- Correa, J.J., Volante, Seghezzo, L. (2012). ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN Y LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE EN BOSQUES NATIVOS DEL NORTE ARGENTINO. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 16, 2012. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- Dalmaso, A.D., Navas, A.L., Re, G. (2018). Monitoreo de la vegetación en minería no metalífera de la Planta Holcim, Capdeville-Las Heras. Mendoza. En: Massara Paletto, V (ed.). Restauración ecológica en la diagonal árida Argentina 3. ISBN 978-987-42-9723-5. Pág 240-257.
- Dalmaso A.D., Martínez Carretero, E. (2013). Revegetación de áreas degradadas. Estudio de caso en plataformas petroleras en Malargüe, Mendoza. En: Pérez, D.R. (ed.) Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina 1 - 1ª ed. - Buenos Aires. Pág. 276-292.
- Decreto 458/05 (2005). Normas y procedimientos para regular la protección ambiental durante las operaciones de exploración y explotación hidrocarburos. APROBANDO LA REGLAMENTACIÓN PARCIAL DE LA LEY N° 1914 - LEY AMBIENTAL PROVINCIAL. SANTA ROSA, 22 de Marzo de 2005 – BO N° 2625-
- Herrick, J.E., Van Zee, J.W., et al. (2005). Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems, USDAARS Jornada Experimental Range.
- iaPG: Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (2007). Centenario del petróleo argentino 1907-2007. 1° Edición. Tomo 1. Salas H. (Ed).
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (2022). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados provisionales. Disponible en: [https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022\\_resultados\\_provisionales.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022_resultados_provisionales.pdf).
- Levy, B.; Madden, E. (1933). The point method of pasture analysis. New Zealand J. Agric. 46: 267-279.
- López Morales, A.L., López Martínez, S., López Hernández, E.S., Ramos Arcos, S.A. (2019). Impactos asociados a actividades petroleras en zonas aledañas al complejo procesador PEMEX gas-Macuspana. Journal of Basic Sciences, Vol. 5 (15), pp. 109-123.

- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Martínez Arévalo, J.V. (2022). El cálculo de diversidad biológica. Parte I: Diversidad biológica alfa. *Tikalia* 41(1): 48-62.
- Massara Paletto, V. (2018). *Restauración ecológica en la diagonal árida Argentina 3 / Virginia Massara Paletto; coordinación general de Virginia Massara Paletto [et al.] ; editado por Gustavo Buono; Cynthia Gonzalez; Ciano Nicolás. - 1a edición especial - Guaymallén: Eduardo Enrique Martínez Carretero, 2018. 372 p.; 20 x 28 cm.*
- McGarigal, K. & Cushman, S.A. (2002). Comparative Evaluation of Experimental Approaches to the Study of Habitat Fragmentation Effects. *Ecological Applications* 12(2), 335-345.
- Mudumbaa, T., Stimpson, B., Jingo, S., Montgomery, R.A. (2023). The implications of global oil exploration for the conservation of terrestrial wildlife. Volume 11, 100710. DOI [doi.org/10.1016/j.envc.2023.100710](https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100710).
- Navas Romero A.L., Duplancic M.A., Herrera Moratta M.A., Parera M.V. y Dalmaso A.D. (2018). Restauración de locaciones petroleras abandonadas en el yacimiento cerro Fortunoso, Malargüe, Mendoza. Grupo Geobotánica y Fitogeografía, IADIZA, CONICET, Mendoza, Argentina. FCEN-UNCuyo. FCEfyN-UNSJ.
- Oliva, G., Bran, D., Gaitán, J., Ferrante, D., Massara, V., García Martínez, G., Adema, E., Enrique, M., Domínguez, E., Paredes, P. (2018). Monitoring drylands: The MARAS system. *Journal of Arid Environments*, <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.10.004>
- Oliva, G., Gaitán, J.J., Bran, D., Nakamatsu, V., Salomone, J., Buono, G., Escobar, J., Frank, F., Ferrante, D., Humano, G., Ciari, G., Suarez, D. y Opazo, W. (2011). Manual para la instalación y lectura de monitores MARAS (Monitoreo Ambiental para Regiones Áridas y Semiáridas). PNUD, Buenos Aires, Argentina. 74 pp.
- Oliva, G., Escobar, J., et al. (2004). MARAS: Monitoreo ambiental de zonas áridas y semiáridas Una metodología para instalar monitores de campo de vegetación y suelos en Patagonia. V Reunión del Grupo Regional Patagónico de Ecosistemas de Pastoreo, auspiciado por la FAO. “Innovaciones Tecnológicas en el Manejo de Pastizales en Patagonia y Magallanes”. El Calafate, Santa Cruz, Argentina, FAO-INTA-INIA.

Oliva, G., Sofía, O., Dos Santos, E., Umaña, F., Massara Paletto, V., García Martínez, G., Cariat, G., Fantozzi, A., Butti, L., Bran, D., Gaitán, J., Domínguez, E. (2015). Una base de datos compartida para monitorear la desertificación en zonas áridas y semiáridas. I Jornada Nacional de la Evaluación Integrada de la Desertificación: Enfoques y Metodologías Socioambientales. 25 y 26 de septiembre, Mendoza.

Oliva, G., Escobar, J., et al. (2006). Monitoring Patagonian Rangelands: The MARAS System Monitoring Science and Technology Symposium: Unifying Knowledge for Sustainability in the Western Hemisphere Proceedings RMRS-P-42CD., Denver, CO, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Olive, A. (2018). Oil development in the grasslands: Saskatchewan's Bakken formation and species at risk protection. *Cogent Environmental Science* 4: 1443666. DOI <https://doi.org/10.1080/23311843.2018.1443666>

Página 12 Online. 24 de mayo de 2023. Hackearon radares del INTA y afectaron los avisos a corto plazo del SMN. Disponible en: <https://www.pagina12.com.ar/552386-hackearon-radares-del-inta-y-afectaron-los-avisos-a-corto-pl>.

Reichmann, L.G., Zuleta, G.A., & Perelman, S.B. (2003). Floristic changes and natural habitat regeneration of semiarid shrub steppes in abandoned oil fields, Patagonia, Argentina. In 15th Annual International Conference of the Society for Ecological Restoration. Austin, Texas, EEUU.

Resolución 5/96 Apruébanse Normas y Procedimientos para el Abandono de Pozos de Hidrocarburos. Bs. As. 3/1/1996. SECRETARÍA DE ENERGÍA, TRANSPORTE Y COMUNICACIONES.

Roberto, Z., y Carreño, L. (2018). Estado actual del Bosque Nativo Pampeano: Tipos fisonómicos de vegetación. INTA-Gobierno de La Pampa. ISSN 0325-2132.

Roncallo, L., Rovere, A.E. (2018). Evaluación de base y propuestas para la rehabilitación de una cantera abandonada en la estepa (patagonia). En: Massara Paletto, V (ed.). Restauración ecológica en la diagonal árida Argentina 3. ISBN 978-987-42-9723-5. Pág 302-307.

Rossius Gagnon, B., Dalmaso, A.D. (2018). Evaluación de una restauración de picadas de sísmica petrolera 2D con revegetación asistida, luego de 18 años de trazada en el puesto la aguada, cerrilladas de Tupungato, Mendoza. En: Massara Paletto, V (ed.).

Restauración ecológica en la diagonal árida Argentina 3. ISBN 978-987-42-9723-5. Pág 308-319.

Shannon, C.E., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. Illinois, USA: University of Illinois Press, 1-117.

Sistema de Información Patagonia Sur – INTA (2019). MARAS. Disponible en: <http://sipas.inta.gob.ar/?q=maras-portal> consultada día 13/11/2019.

Somarriba, E. (1999). Índice de Shannon. Agroforestería en las Américas, 6(23), 72-74.

Subsecretaría de Hidrocarburos y Minería de La Pampa (2019). Listado de pozos petroleros abandonados a partir de Resolución 5/96 SEN. Archivo .kmz provisto por el Ing. Cristian Buss.

UNLPam (2001). Estudios ambientales de base de la provincia de La Pampa PASMA II. Informe tarea IV. Evaluación del estado ambiental de las áreas mineras de la provincia de La Pampa. Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa. 160 p

Watson, I. (1998). Monitoring rangelands - expectations and realities from Western Australian Perspective.

## Anexo: Planillas de las MARAS

Tabla 1 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°1. Pozo PC-LP-EM 1144.

Lat: 38.0228 Long: 67.8344

1A) Locación

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	41	45	35	35	47	33	36	28	35	48	383
Mantillo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Muerto en pie	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	7
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Atriplex lampa</i>	9	5	13	10	1	13	14	17	8	0	90
<i>Atriplex Undulata</i>	0	0	1	5	2	0	0	3	5	2	18
Total	50	50	50	50	50	51	50	50	50	50	501

1B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	26	4	12	3	25	32	21	25	16	29	193
Mantillo	1	7	1	7	0	2	5	10	4	5	42
Muerto en pie	1	1	0	3	3	2	4	2	1	1	18
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	3	8	2	0	0	1	1	0	11	1	27
<i>Prosopis alpataco</i>	7	0	0	17	0	8	2	0	7	2	43
<i>Verbena aspera</i>	9	2	10	6	1	0	2	0	13	3	46
<i>Gochnatia glutinosa</i>	1	0	0	0	8	1	0	0	0	0	10
<i>Larrea cuneifolia</i>	5	6	7	3	0	4	9	0	4	3	41
<i>Larrea divaricata</i>	1	22	21	10	12	0	8	13	0	5	92

<i>Atriplex lampa</i>	0	5	7	3	1	0	3	0	0	2	21
<i>Bougainvillea spinosa</i>	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	8
<i>Acantholippia seriphioides</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Total	54	55	60	56	56	50	55	50	56	51	543

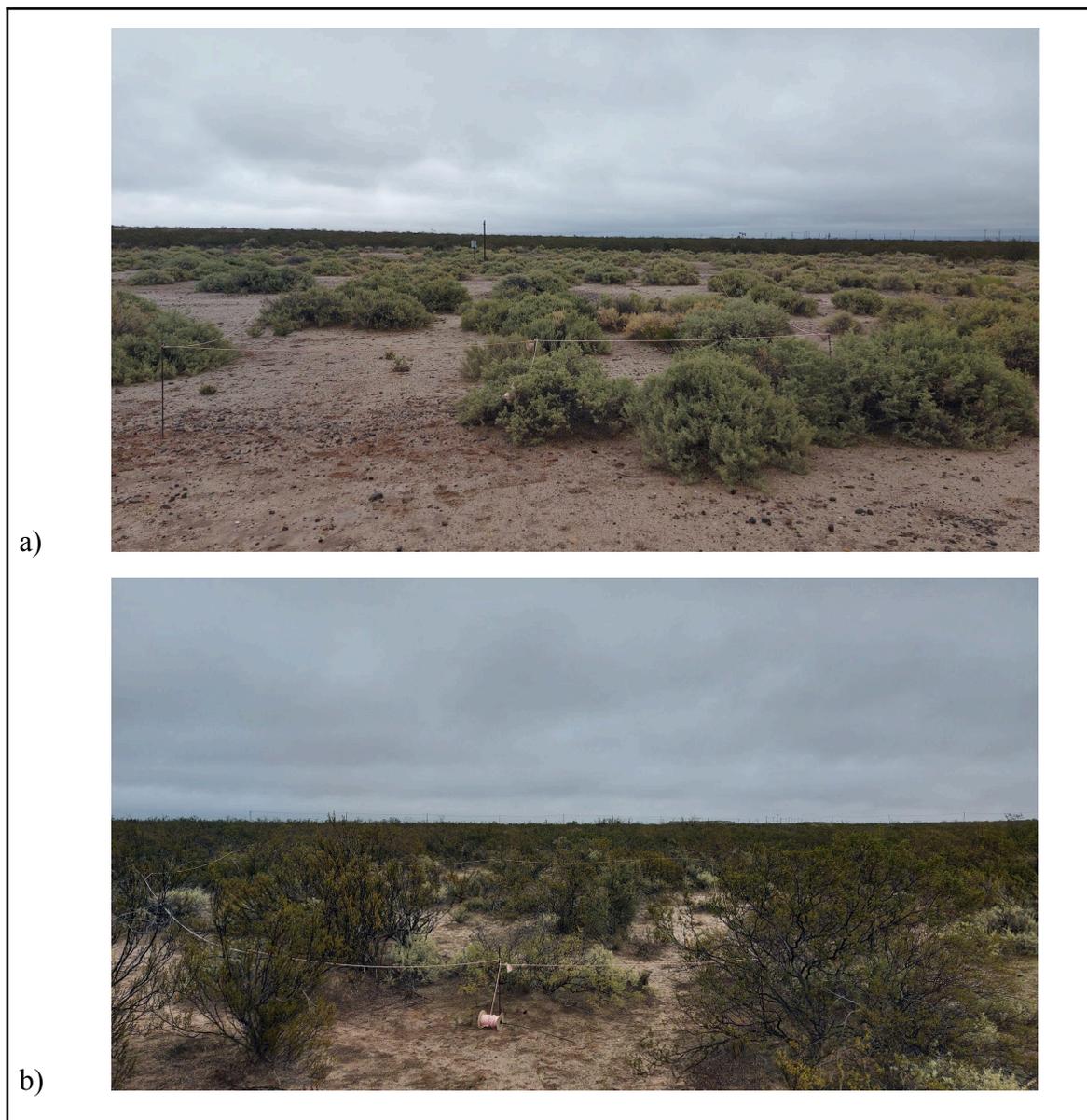


Figura 1 Anexo. Foto de la MARAS N°1 a) Locación, b) Adyacente

Tabla 2 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°2. Pozo YPF-LP-EM 394

Lat: 38.0277 Long: 67.8668

2A) Locación

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	40	46	41	34	27	50	46	27	47	40	398
Mantillo	2	0	0	1	2	0	0	7	2	5	19
Muerto en pie	0	1	6	4	3	0	3	2	0	4	23
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	5	2	3	5	5	0	0	0	0	0	20
<i>Senecio subulatus</i>	4	1	0	4	3	0	1	4	0	0	17
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3
<i>Acantholippia seriohioides</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Verbena sp</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Atriplex lampa</i>	0	0	0	0	10	0	0	7	0	0	17
<i>Larrea divaricata</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Prosopis alpataco</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4
Total	51	50	51	50	55	50	50	50	50	50	507

2B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	13	21	12	23	12	11	11	18	10	15	146
Mantillo	3	3	6	9	5	13	14	5	4	6	68
Muerto en pie	3	2	3	8	12	2	5	1	4	5	45
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	11	10	15	5	2	8	11	2	8	7	79
<i>Suaeda divaricata</i>	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	6

<i>Atriplex lampa</i>	7	2	3	0	2	13	1	2	5	2	37
<i>Larrea cuneifolia</i>	2	8	2	0	9	0	3	21	13	9	67
<i>Prosopis alpataco</i>	10	0	1	0	0	0	1	0	0	0	12
<i>Larrea divaricata</i>	0	4	7	5	9	3	1	3	0	8	40
<i>Verbena aspera</i>	0	3	0	0	0	0	1	0	6	0	10
<i>Cactus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyclolepis genistoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
<i>Lycium chilensi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Acantholippia seriphioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>54</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>53</b>	<b>516</b>





Figura 2 Anexo. Foto de la MARAS N°2 a) Locación, b) Adyacente

Tabla 3 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°3. Pozo YPF-LP-EM 351

Lat: 38.029 Long: 67.8264

3A) Locación

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	25	9	24	28	38	22	30	31	29	30	266
Mantillo	3	7	10	18	6	2	3	6	11	8	74
Muerto en pie	0	1	4	0	0	5	2	0	2	2	16
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	0	1	0	0	1	0	3	1	1	7
<i>Atriplex undulata</i>	21	15	1	0	4	20	11	2	2	0	76
<i>Verbena aspera</i>	1	7	0	0	0	0	0	0	0	4	12
<i>Gochnatia glutinosa</i>	0	2	2	0	0	0	4	3	2	2	15
<i>Senecio subulatus</i>	0	13	5	2	0	0	0	2	0	0	22
<i>Prosopis strombulifera</i>	0	0	3	2	2	0	0	3	4	1	15
<i>Larrea divaricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Total	50	54	50	50	50	50	50	51	52	50	507

3B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	21	18	13	22	21	18	21	18	18	15	185
Mantillo	5	2	4	4	3	4	9	5	5	13	54
Muerto en pie	5	3	0	0	0	0	2	0	10	2	22
Criptógamas	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Efímeras	0	0	6	9	1	4	2	10	2	0	34

<i>Prosopis alpataco</i>	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	12
<i>Junellia seriphioides</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Larrea cuneifolia</i>	6	14	27	11	23	16	12	16	14	10	149
<i>Verbena aspera</i>	3	0	0	3	2	7	1	1	2	6	25
<i>Gochnatia glutinosa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Monttea aphylla</i>	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Atriplex lampa</i>	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	4
<i>Verbena sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	5
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>53</b>	<b>51</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>507</b>





Figura 3 Anexo. Foto de la MARAS N°3 a) Locación, b) Adyacente

Tabla 4 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°4. Pozo YPF-LP-EM 1136

Lat: 38.0448 Long: 67.8228

4A) Locación

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	49	50	50	43	32	48	38	38	41	36	425
Mantillo	1	0	0	2	9	0	1	4	1	2	20
Muerto en pie	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	8
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	0	0	2	2	0	10	6	4	1	25
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0	0	0	3	7	0	1	0	3	5	19
<i>Senecio subulatus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3
Total	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500

4B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	4	17	7	39	26	26	26	20	21	22	208
Mantillo	1	2	9	3	2	7	10	8	1	5	48
Muerto en pie	3	2	2	6	7	2	1	3	6	0	32
Criptógamas	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Efímeras	13	0	4	0	0	2	2	0	0	7	28
<i>Larrea divaricata</i>	4	6	0	0	0	1	2	4	0	0	17
<i>Verbena aspera</i>	8	10	4	2	4	5	1	0	6	4	44
<i>Larrea cuneifolia</i>	17	9	16	0	4	10	1	5	9	7	78
<i>Atriplex Lampa</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Bredemeyera microphylla</i>	0	1	1	0	0	1	0	2	6	0	11
<i>Gochnatia glutinosa</i>	0	1	5	0	2	1	4	1	1	5	20

<i>Prosopis alata</i>	0	2	4	0	2	0	0	7	0	0	15
<i>Cyclolepis genistoides</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Schinus johnstonii</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Bougainvillea spinosa</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Total	54	56	52	50	50	55	50	50	50	50	517

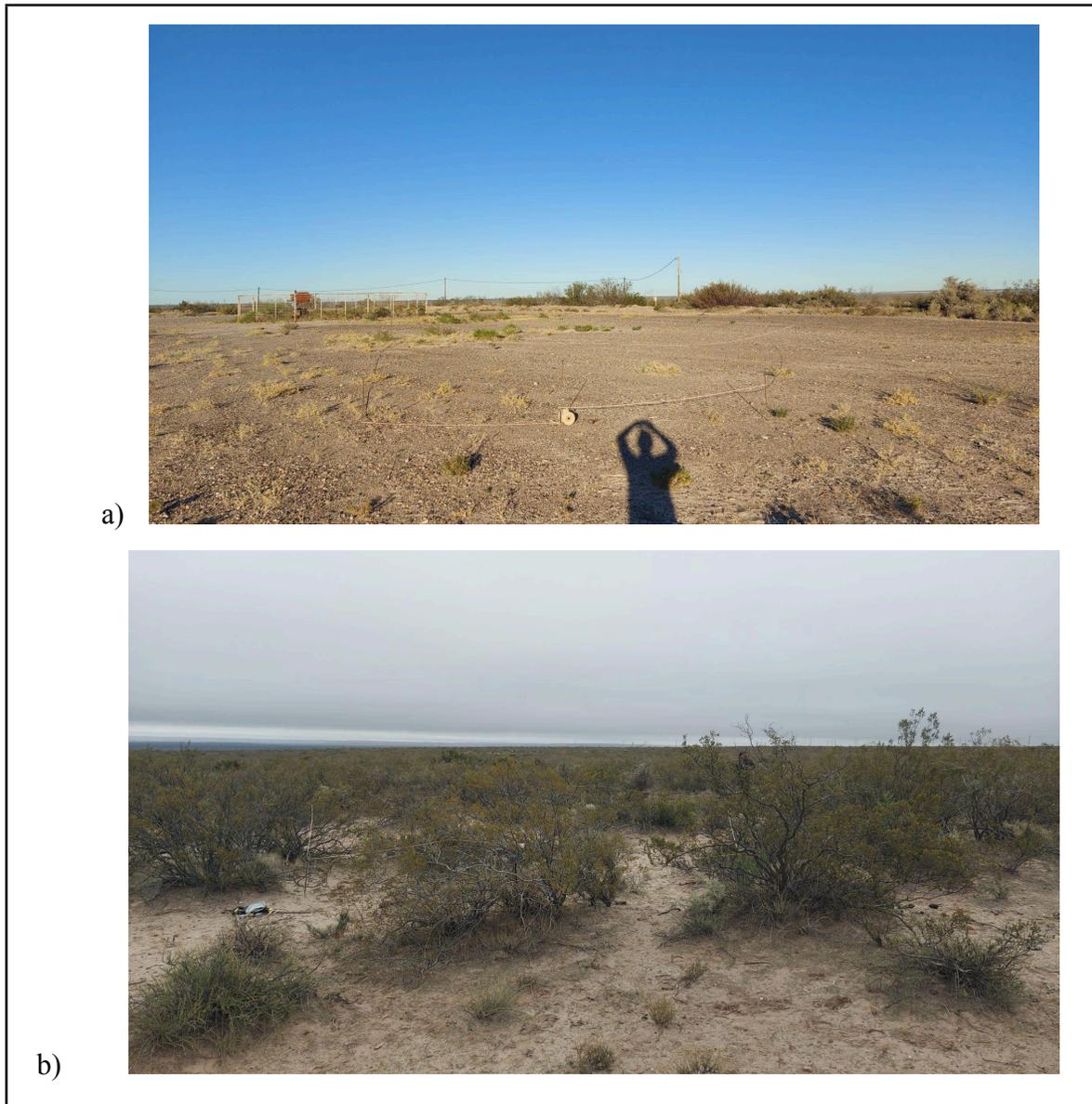


Figura 4 Anexo. Foto de la MARAS N°4 g) Locación, h) Adyacente

Tabla 5 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°5. Pozo PBE-LP-EM 1727

Lat: 38.0055 Long: 67.8297

5A) Locación

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	16	14	37	26	29	17	19	30	33	42	263
Mantillo	0	8	2	6	9	11	6	2	3	2	49
Muerto en pie	32	2	2	0	9	4	2	7	7	1	66
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	0	3	0	2	12	5	11	3	2	38
<i>Senecio subulatus</i>	1	0	7	4	1	0	0	0	4	3	20
<i>Larrea divaricata</i>	1	26	0	14	0	6	6	0	0	0	53
<i>Atriplex lampa</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
<i>Prosopis alpataco</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
Total	50	50	51	50	50	50	51	50	50	50	502

5B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	20	21	20	18	19	13	14	11	24	31	191
Mantillo	5	2	7	8	11	5	1	6	4	5	54
Muerto en pie	2	0	2	1	1	0	0	0	2	2	10
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Efímeras	18	9	4	8	2	24	7	6	6	0	84
<i>Larrea divaricata</i>	5	17	12	14	9	5	14	26	10	12	124
<i>Bougainvillea spinosa</i>	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	6
<i>Atriplex lampa</i>	0	0	5	2	3	0	10	0	0	0	20
<i>Verbena sp</i>	0	0	0	1	1	0	6	1	0	0	9

<i>Prosopis alpacato</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	7
<i>Cyclolepis Genistoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	50	51	50	53	51	50	52	50	51	50	508

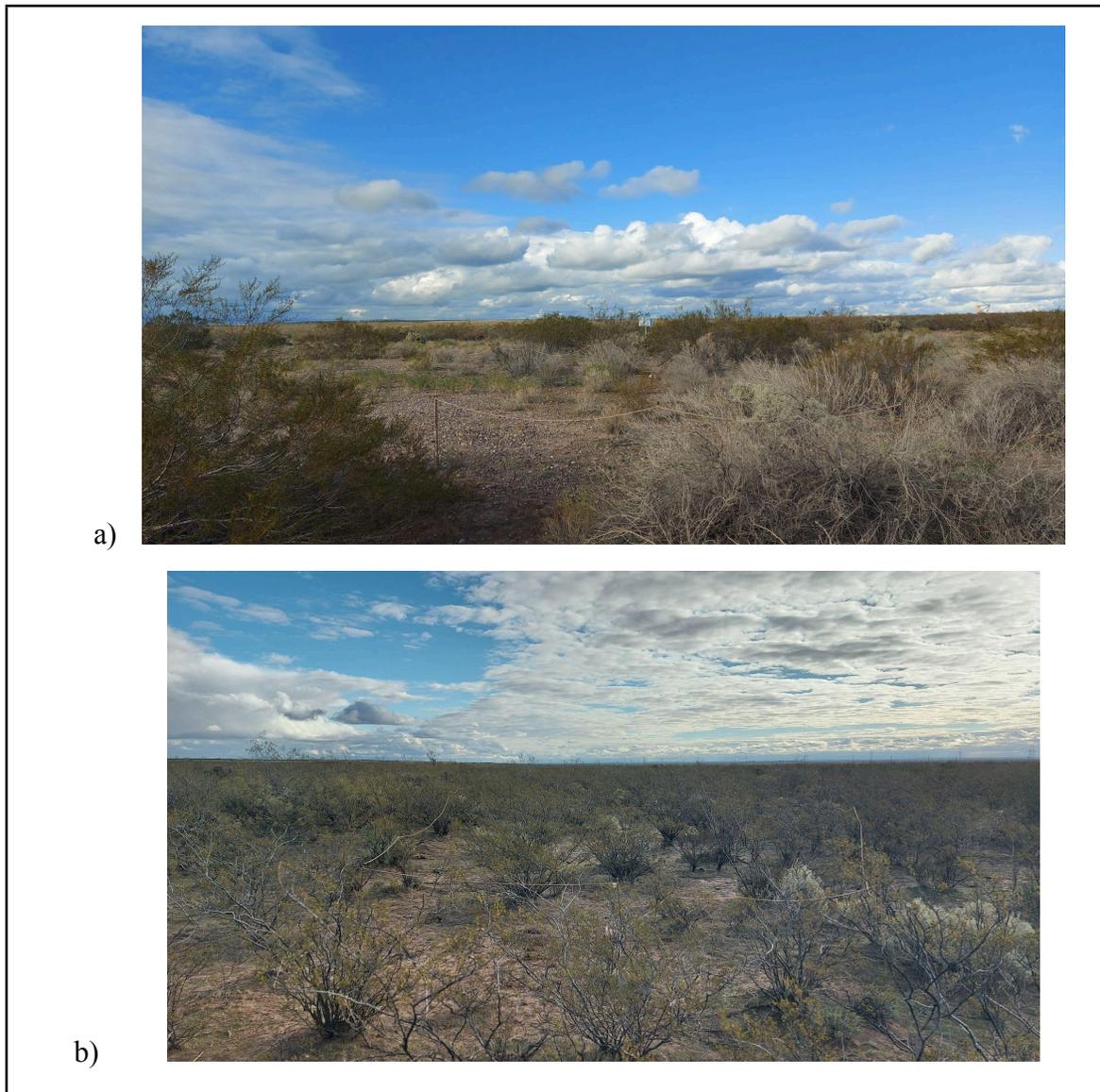


Figura 5 Anexo. Foto de la MARAS N°5 a) Locación, b) Adyacente

Tabla 6 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°6. Pozo YPF-LP-EM 523

Lat: 37.9786 Long: 67.8242

6A) Locación

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	19	27	20	26	33	17	23	9	3	28	205
Mantillo	9	5	9	4	5	9	8	6	16	9	80
Muerto en pie	3	10	1	2	0	7	3	4	5	1	36
Criptógamas	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Efímeras	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Baccharis spartioides</i>	15	1	7	0	0	11	17	19	22	4	96
<i>Distichlis spicata</i>	4	2	5	12	3	2	1	14	9	4	56
<i>Prosopis strambulifera</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Atriplex Undulata</i>	3	5	5	1	3	4	2	5	4	6	38
<i>Allenrolfea vaginata</i>	0	0	7	5	8	0	0	1	0	2	23
Total	55	50	54	50	53	52	54	58	59	54	539

6B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	14	14	9	21	26	16	8	31	28	25	192
Mantillo	1	12	4	2	5	6	4	5	0	0	39
Muerto en pie	2	1	2	3	4	0	4	0	0	2	18
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	1	0	0	0	7	0	0	0	1	9
<i>Baccharis spartioides</i>	10	18	28	0	2	0	5	3	0	3	69
<i>Prosopis alpataco</i>	10	1	10	19	0	6	19	0	12	17	94
<i>Cyclolepis Genistoides</i>	10	0	2	0	0	0	5	9	0	0	26

<i>Lycium Chilensi</i>	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	4
<i>Chuquiraga erinacea</i>	4	0	0	0	0	10	1	1	2	0	18
<i>Monttea aphylla</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Junellia seriphioides</i>	0	3	0	0	0	0	3	3	9	0	18
<i>Allenrolfea vaginata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Suaeda divaricata</i>	0	3	0	0	2	6	0	0	0	0	11
<i>Atriplex Lampa</i>	0	1	6	0	4	0	7	0	0	4	22
<i>Lycium gilliesianum</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Senecio subulatus</i>	0	0	0	5	8	0	0	0	1	0	14
<i>Distichlis spicata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Verbena aspera</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
<i>Poa lanuginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
Total	58	55	62	51	51	56	59	52	53	55	<b>552</b>





Figura 6 Anexo. Foto de la MARAS N°6 a) Locación, b) Adyacente

Tabla 7 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°7. Pozo PC-LP-EM 1065

Lat: 38.0403 Long: 67.8468

7A) Locación

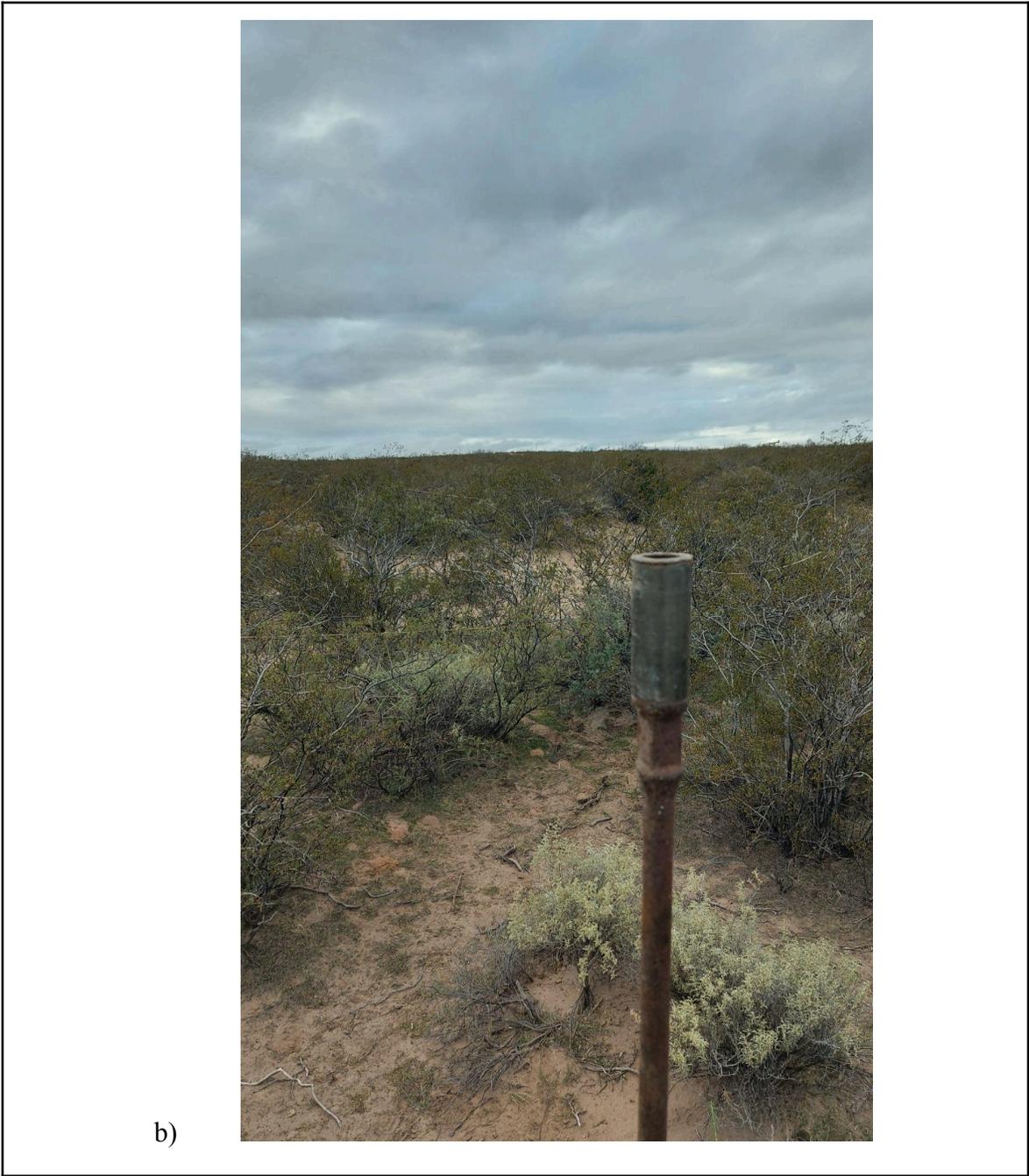
Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	40	25	43	26	24	27	36	39	23	40	323
Mantillo	0	0	0	2	0	2	0	0	1	1	6
Muerto en pie	0	7	2	1	15	8	1	2	1	0	37
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Atriplex undulata</i>	8	18	3	0	0	6	1	0	0	0	36
<i>Senecio subulatus</i>	2	0	1	20	2	7	12	2	20	0	66
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Atriplex lampa</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	5	0	9
<i>Suaeda divaricata</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7
<i>Verbena sp</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	5	9	16
<i>Larrea divaricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
Total	50	50	50	53	50	50	50	50	55	50	508

7B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	27	34	22	6	28	15	19	13	32	33	229
Mantillo	1	1	1	6	2	7	2	0	0	0	20
Muerto en pie	0	0	2	1	1	8	0	5	0	1	18
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	0	0	13	1	1	2	11	4	3	35
<i>Verbena sp</i>	3	0	3	0	0	2	0	3	0	0	11
<i>Larrea divaricata</i>	5	10	11	24	5	16	12	17	5	4	109

<i>Prosopis alpataco</i>	11	0	10	0	11	0	12	0	0	0	44
<i>Gochnatia glutinosa</i>	4	0	2	0	0	0	4	0	0	0	10
<i>Atriplex lampa</i>	1	0	0	0	5	5	0	4	7	0	22
<i>Acantholipia seriphioides</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	2	4	8
<i>Prosopidastrum globosum</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Larrea cuneifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
Total	52	50	51	50	53	55	51	53	50	51	516





b)  
Figura 7 Anexo. Foto de la MARAS N°7 a) Locación, b) Adyacente

Tabla 8 Anexo. Planilla de lectura de la MARAS N°8. Pozo PC-LP-EM 1216

Lat: 38.0226 Long: 67.8458

8A) Locación

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	23	26	33	42	37	32	28	27	28	29	305
Mantillo	16	2	1	4	5	10	9	9	5	3	64
Muerto en pie	6	8	8	0	0	2	9	3	6	5	47
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Atriplex undulata</i>	5	14	7	0	2	6	4	11	11	8	68
<i>Senecio subulatus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Prosopis alpataco</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Stipa spesiosa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Verbena sp</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	11
Total	50	50	50	50	50	50	50	51	50	50	501

8B) Adyacente

Cobertura	TV 1					TV 2					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Suelo desnudo	27	13	13	11	12	33	18	8	11	13	159
Mantillo	6	8	5	6	6	4	1	6	4	3	49
Muerto en pie	0	2	3	2	3	8	4	3	4	3	32
Criptógamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efímeras	2	8	7	8	5	2	1	3	7	12	55
<i>Chañar brea</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Verbena aspera</i>	2	6	5	2	7	0	5	1	3	2	33
<i>Poa lanuginosa</i>	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Larrea divaricata</i>	3	9	17	19	5	0	17	13	18	16	117

<i>Acantholipia seriphioides</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Junellia seriphioides</i> ()	0	1	0	1	0	1	0	3	0	0	6
<i>Gochnatia spinosa</i>	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	4
<i>Larrea cuneifolia</i>	0	3	0	2	11	0	0	7	5	2	30
<i>Atriplex lampa</i>	0	2	1	2	6	0	2	6	1	1	21
<i>Lycium gilliesianum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyclolepis Genistoides</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Prosopis alpataco</i>	0	0	0	0	0	1	5	3	0	0	9
<i>Lycium chilensi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Bredemeyera microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Total	51	57	52	53	57	50	55	55	53	52	535





Figura 8 Anexo. Foto de la MARAS N°8 a) Locación, b) Adyacente