

**INFORME MONITOREO ANUAL N°1**


**IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDA DE MITIGACIÓN AMBIENTAL**  
**“RESCATE Y RELOCALIZACIÓN DE EJEMPLARES EN CATEGORÍA DE**  
**CONSERVACIÓN Y GEÓFITAS” (MMVF-1)**

**RES. EX. N°172/2016: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TAMARICO**



Elaborado por



	<b>INFORME</b>	TEBAL-DOC-031
		VER 02
		Agosto 2022
ÁREA: GERENCIA ESTUDIOS	RESPONSABLE: GERENTE GENERAL	FECHA ACTUALIZACION: 27062023



Documento preparado por: TEBAL, Estudios e Ingeniería Ambiental Ltda.


Andrés de Fuenzalida 17, Oficina 34, Providencia, Santiago de Chile.

Teléfono: +56 2 2222 7059

Email: info@tebal.cl

Website: www.tebal.cl

## REGISTRO DE CONTROL DE DOCUMENTO

INFORME IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDA								
Versión	Elaboración y Fecha	Firma	Revisión y Fecha	Firma	Aprobación TEBAL y Fecha	Firma	Aprobación Cliente y Fecha	Firma
B	AH 14-05-2024	-	SM 16-05-2024				MA 28.6-2024	MAC

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	3
1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. OBJETIVOS .....	5
2.1 Objetivo general .....	5
2.2 Objetivos específicos .....	5
3. ALCANCE .....	5
4. METODOLOGÍA .....	6
4.1 Descripción de la medida ambiental .....	6
4.2 Lugar de implementación .....	6
4.3 Forma de implementación .....	6
4.4 Oportunidad de Implementación .....	6
4.5 Indicador de cumplimiento .....	6
4.6 Medio de verificación .....	7
4.7 Antecedentes previos .....	7
4.7.1 Descripción del área de estudio .....	7
4.7.2 Ubicación de los puntos o sitios relocalización .....	8
4.7.3 Especies comprometidas en el monitoreo de relocalización .....	10
4.7.4 Resultados generales de la actividad de rescate y relocalización .....	11
4.8 Metodología específica de Monitoreo Anual N°1 .....	11
4.8.1 Metodología de muestreo .....	11
4.8.2 Parámetros para medir sobrevivencia de los individuos relocalizados .....	11
5. RESULTADOS .....	12
5.1 Fecha y lugar de muestreo .....	12
5.2 Evaluación de cactáceas .....	13
5.2.1 Vigor .....	14
5.2.2 Estado sanitario .....	17
5.2.3 Estado fenológico .....	18
5.2.4 Altura .....	21
6. DISCUSIÓN .....	29
7. CONCLUSIONES .....	30
8. ANEXO FOTOS .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Listado de especies suculentas (cactáceas) en categoría de conservación contempladas en el Plan de Manejo Biológico para flora terrestre. ....	10
Tabla 5-1. Campañas de terreno para el monitoreo anual N°1 de la medida MMFV-1.....	12
Tabla 5-2. Resultados de sobrevivencia .....	14
Tabla 5-3. Vigor observado en especies monitoreadas.....	14
Tabla 5-4. Vigor observado en especies monitoreadas (%).....	15
Tabla 5-5. Estado sanitario observado en especies monitoreadas .....	17
Tabla 5-6. Estado sanitario observado en especies monitoreadas (%) .....	18
Tabla 5-7. Estado fenológico de las especies monitoreadas .....	19
Tabla 5-8. Relación entre vigor y altura en los ejemplares relocalizados.....	21
Tabla 5-9. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares relocalizados.....	24
Tabla 5-10. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares relocalizados.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Ubicación del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico. ....	8
Figura 4-2. Sitios de relocalización .....	9
Figura 4-3. Unidades vegetacionales presentes en los sectores de relocalización. ....	10
Figura 5-1. Sectores y puntos de monitoreo de especies.....	13
Figura 5-2. Vigor observado en los individuos relocalizados de <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i> .....	16
Figura 5-3. Vigor observado en los individuos relocalizados de <i>Cumulopuntia sphaerica</i> .....	16
Figura 5-4. Vigor observado en los individuos relocalizados de <i>Eulychnia acida</i> .....	17
Figura 5-5. Estado sanitario observado en los individuos relocalizados .....	18
Figura 5-6. Estado fenológico observado en los individuos de <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i> .....	20
Figura 5-7. Estado fenológico observado en los individuos de <i>Cumulopuntia sphaerica</i> .....	20
Figura 5-8. Estado fenológico observado en los individuos de <i>Eulychnia acida</i> .....	21
Figura 5-9. Relación entre vigor y altura en los ejemplares de <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i> .....	22
Figura 5-10. Relación entre vigor y altura en los ejemplares de <i>Cumulopuntia sphaerica</i> .....	23
Figura 5-11. Relación entre vigor y altura en los ejemplares de <i>Eulychnia acida</i> .....	23
Figura 5-12. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares de <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i> ....	25
Figura 5-13. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares de <i>Cumulopuntia sphaerica</i> .....	25
Figura 5-14. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares de <i>Eulychnia acida</i> .....	26
Figura 5-15. Relación entre estado fenológico y altura en los ejemplares de <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i> .	27
Figura 5-16. Relación entre estado fenológico y altura en los ejemplares de <i>Cumulopuntia sphaerica</i> .....	28
Figura 5-17. Relación entre estado fenológico y altura en los ejemplares de <i>Eulychnia acida</i> .....	28

## RESUMEN

En el marco del cumplimiento de la Res. Exenta N°172 de 2016 del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” (en adelante, el Proyecto) y su Plan de Medidas Ambientales (Capítulo VII, letra b) del ICE) se reporta el resultado del monitoreo Anual N°1 en el marco de la implementación de la medida de mitigación “Rescate y relocalización de ejemplares en categoría de conservación y geófitas” (MMVF-1), de la componente ambiental Flora y Vegetación, asociado al impacto ambiental “Pérdida de ejemplares de flora en categoría de conservación, geófitas y especies xerofíticas”.

El monitoreo Anual N°1 tiene como objetivos reportar la actividad de relocalización de especies de cactáceas, en categoría de conservación, al año tres de implementada la medida MMVF-1, a través del monitoreo de parámetros de sobrevivencia y vigor de las especies rescatadas y relocalizadas, según lo solicitado en la Res. Exenta N°172 de 2016 del proyecto y según lo detallado en el Plan de Manejo Biológico del Apéndice 5.1 del Anexo 5 de la Adenda complementaria al EIA.

Las especies en categoría de conservación involucradas en el monitoreo son las cactáceas *Austrocylindropuntia miquelii*, *Cumulopuntia sphaerica* y *Eulychnia ácida*. El monitoreo se efectuó mediante un recorrido pedestre, abarcando la mayor cantidad de puntos de los individuos relocalizadas de las especies cactáceas.

Se comprobó una sobrevivencia, en base al muestreo, de 97,58% cumpliendo con lo establecido en la Res. Ex. N°172/2016 Atacama del Parque Solar Fotovoltaico, que establece una 90% como mínimo.

En relación con el vigor observado en las especies monitoreadas, el 19,9% (529 individuos) presenta alto vigor, el 56,5% (1503 individuos) presentan un estado medio y un 23,1% (613 individuos) un estado bajo.

El estado sanitario que presentan las cactáceas monitoreadas es mayormente bueno, observándose un 98% de los individuos en una buena condición sanitaria.

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” (en adelante “Proyecto”) calificado ambientalmente favorable mediante la Resolución Exenta N°172 del 12 de septiembre del 2016 (en adelante RCA N°172/2016) emitida por el Servicio de Evaluación Ambiental de la región de Atacama, consiste en la instalación y operación de un parque solar fotovoltaico, formado por 496.512 paneles solares, de 300 Watts peak (Wp) o similar para el bloque Tamarico I y de 310 Wp o similar para el bloque Tamarico II, los cuales suman una potencia peak de 152,98 MWp. La evacuación de la energía se realizará mediante una única línea de transmisión de 220 kV de aproximadamente 13,37 km de longitud que unirá la subestación elevadora del Proyecto (S/E Elevadora PSFV Tamarico 23/220kV) y la nueva subestación seccionadora (S/E Seccionadora Tamarico-Caserones 220 kV) que forma parte del Proyecto, la cual seccionará un circuito de la LAT existente 2x220kV Maitencillo-Caserones, lugar donde se inyectará la energía al SIC.

Posteriormente, específicamente en julio de 2021, se presentó el documento “Ajuste tecnológico al Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” a través de una Consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2021-14652), el que actualiza la capacidad de los paneles a ser utilizados, disminuyendo el área de afectación (no se utilizará el Bloque denominado Tamarico I), redefine la configuración del “layout”, caminos, distribución de centros de inversión y transformación. Mediante la Resolución Exenta N°202103101201 del 22/09/2021 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

Asimismo, en julio de 2022 el titular presentó un nuevo documento denominado “Optimizaciones Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, a través de una Consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2022-11702), que consiste principalmente en la optimización del proyecto a través de la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía basado en baterías, denominada Parque de Baterías BESS Tamarico y cuyo objetivo es aumentar la confiabilidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) a través de la prestación de servicios complementarios, como, por ejemplo: regulación de frecuencia. Esto es producto de los recientes avances tecnológicos desarrollados para la administración de la generación eléctrica fotovoltaica. Mediante la Resolución Exenta N°202203101194 del 03/10/2022 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

Para finalizar, en diciembre de 2023, se presentó el documento denominado “Adecuaciones parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, a través de una consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2023-19659) mediante la Resolución Exenta N°202319659 del 20/03/2024 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

Su compromiso ambiental, MMVF-1: Rescate y relocalización de ejemplares en categoría de conservación y geófitas (Anexo 5 del Adenda Complementaria) tiene como objetivo rescatar y relocalizar ejemplares en categoría de conservación, a través de propagación vegetativa y por semillas, para efectos de mitigar la pérdida de flora protegida debido a la construcción del proyecto.

El presente reporte anual ajustó su contenido y formato a lo requerido por Resolución Exenta N°223/2015<sup>1</sup>, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dictó instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental; y la Resolución Exenta N° 921/2015<sup>2</sup>, que modifica a la Resolución Exenta N° 223/2015, reemplazando el inciso final del artículo cuarto, por el siguiente texto: "Toda modificación que se desee realizar a un plan de seguimiento de variables ambientales, deberá ser solicitada a la autoridad competente y la decisión informada a la Superintendencia del Medio Ambiente".

En este reporte se presentan los resultados del Monitoreo Anual N° 1, que corresponde al año 1 de realizarse la relocalización de especies en categoría de conservación suculentas y/o cactáceas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Reportar la ejecución de la medida de mitigación "Rescate y relocalización de ejemplares en categoría de conservación y geófitas" (MMVF-1), específicamente en relación con la sobrevivencia de los ejemplares relocalizados al año 1 de la implementación de la medida.

### 2.2 Objetivos específicos

- Monitoreo de parámetros de sobrevivencia y vigor de especies cactáceas relocalizadas en el marco de la implementación de la medida MMVF-1.

## 3. ALCANCE

El presente informe se enmarca en la medida "MMVF-1 Rescate y relocalización de ejemplares en categoría de conservación y geófitas", de la componente Flora y Vegetación; y reporta la actividad de monitoreo al año 1 de realizada la relocalización.

---

<sup>1</sup> Res. 223/2015 <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1076172&f=2015-10-15>

<sup>2</sup> Res. 921/2015 <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1082662&f=2015-10-14>

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Descripción de la medida ambiental

La medida de mitigación “Rescate y relocalización de ejemplares en categoría de conservación y geófitas.” (MMVF-1) considera el rescate y relocalización de la flora en categoría de conservación afectados por el proyecto, la que incluye las siguientes especies; *Austrocylindropuntia miquelii*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Eulychnia acida* y *Krameria cistoidea*, *Cordia decandra*, *Heliotropium filifolium*, *Atriplex cf. Vallenarensis*, *Cistanthe aff. Amarantoides*, *Solanum pinnatum* y *leucocoryne coronata*.

Este informe en particular aborda el monitoreo de la implementación de la medida para especies de cactáceas en categoría de conservación, para el cuál se realizó el rescate y relocalización del 100% de los individuos afectados, mediante la propagación vegetativa a través de esquejes, para el caso de especies columnares (*Austrocylindropuntia miquelii* y *Eulychnia acida*) y traslado del individuo completo para especies globulares (*Cumulopuntia sphaerica*).

### 4.2 Lugar de implementación

La relocalización contempla Áreas que totalizan 67,2 ha ubicado entre Bloque 1 y Bloque 2 y en las quebradas existentes dentro de ambos bloques que fueron excluidas por las obras del Proyecto (ver punto 4.3.1.1 y 4.3.1.2 del Apéndice 5.1 del Anexo 5 de la Adenda Complementaria).

### 4.3 Forma de implementación

Monitoreo y seguimiento anual de la medida de relocalización de especies cactáceas al año 1 de la relocalización.

### 4.4 Oportunidad de Implementación

Según lo estipulado bajo Res. Ex. N°172/2016 Atacama del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, el monitoreo Anua N°1, se debe realizar al año 1 de la implementación de la medida<sup>3</sup>, en específico para evaluar la sobrevivencia de los ejemplares relocalizados.

### 4.5 Indicador de cumplimiento

Según lo estipulado bajo Res. Ex. N°172/2016 Atacama del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, el indicador de cumplimiento indica:

---

<sup>3</sup>Res. Ex. N°172/2016 Atacama del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, establece: Respecto de los plazos de monitoreo del Plan de Manejo Biológico, estos se deberán establecer un plazo total de 5 años. El primer año se deberá realizar un monitoreo mensual durante los primeros tres meses luego de relocalizados los individuos, para luego hacerlo trimestralmente. A contar del segundo año se deberá hacer un monitoreo semestral y anual el tercer y quinto año.



Tasa de sobrevivencia, número de individuos vigorosos versus individuos secos. Se considerará como éxito una tasa de un 90% para la especie cactáceas<sup>4</sup>.

## 4.6 Medio de verificación

Como medio de verificación, la Res. Ex. N°172/2016 Atacama del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” señala: ...*Monitoreo y entrega de informe consolidado anual (año 1)*<sup>5</sup>.

## 4.7 Antecedentes previos

El monitoreo Anual N°1, corresponde al monitoreo al año 1 de las actividades de rescate y relocalización en el marco de la implementación de la medida “Rescate y relocalización de ejemplares en categoría de conservación y geófitas” MMVF-1. Por esta razón a continuación se entregan los antecedentes generales que describen el contexto en el que se realiza el monitoreo.

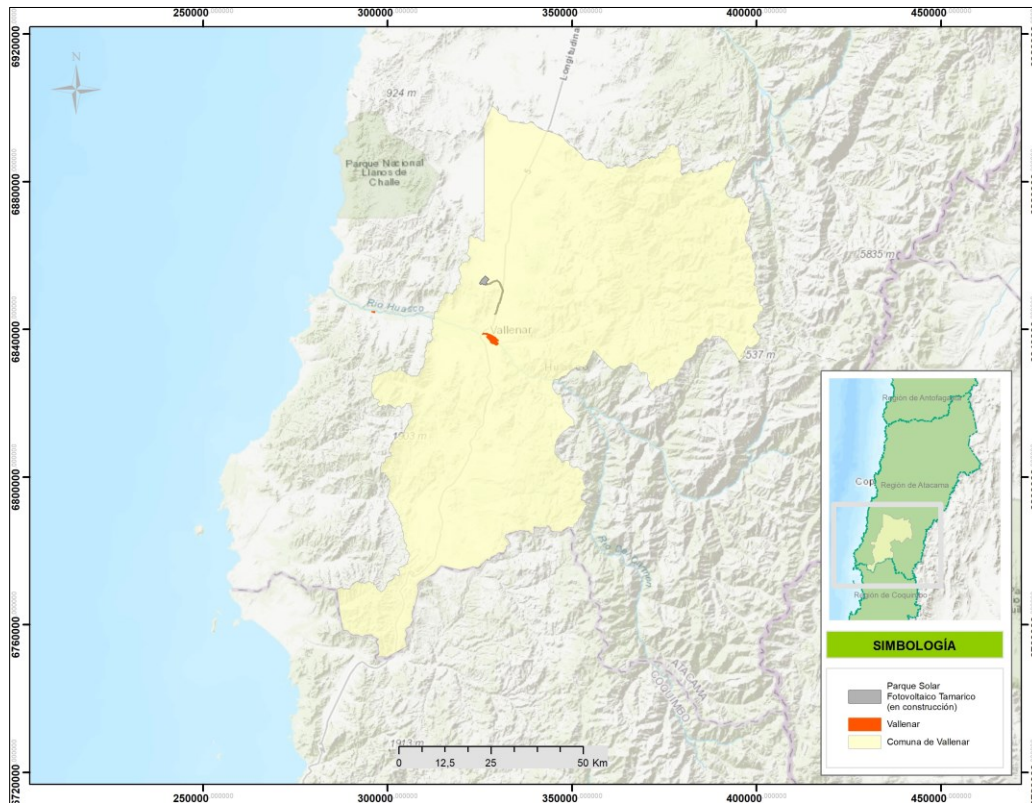
### 4.7.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se ubica en el área de influencia del proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, en la comuna de Vallenar, provincia de Huasco, región de Atacama. En la Figura 4-1 se observa su ubicación administrativa.

---

<sup>4</sup> Res. Ex. N°172/2016 Atacama del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, establece: Indicador de Cumplimiento: Tasa de sobrevivencia, número de individuos vigorosos versus individuos secos. Se considerará como éxito una tasa de un 90% para la especie arbustiva en categoría de conservación Vulnerable y En Peligro regional (*Heliotropium filifolium* y *Atriplex cf. vallenarensis*) e igualmente un 90% para aquellas que se encuentren en categoría Casi amenazada y Preocupación menor (*Cordia decandra* y *Krameria cistoidea*); **para las cactáceas se considerará un 90%** y para las herbáceas un 65%.

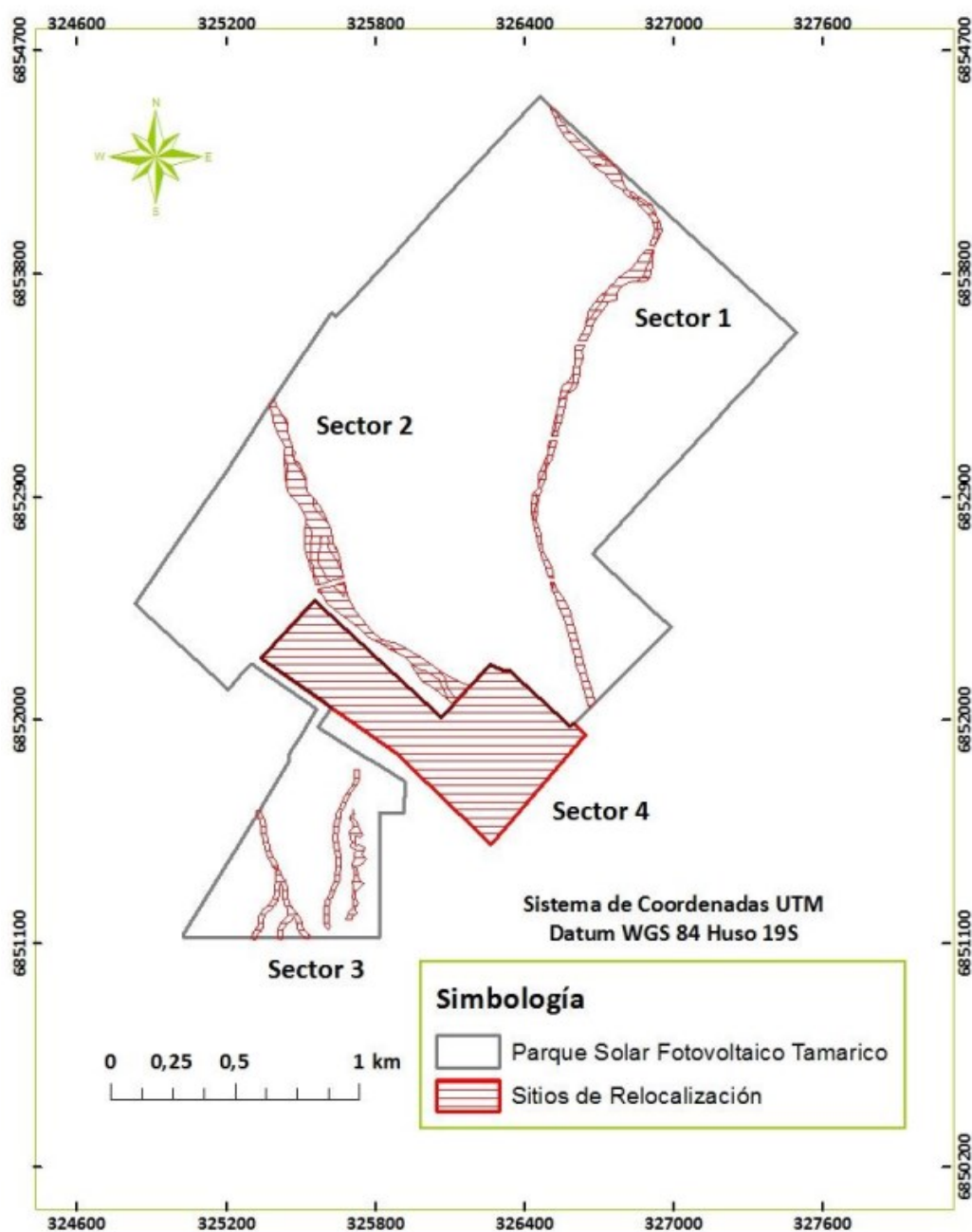
<sup>5</sup> Ibid, pág. 12 y 30.



**Figura 4-1. Ubicación del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico.**

#### **4.7.2 Ubicación de los puntos o sitios relocación**

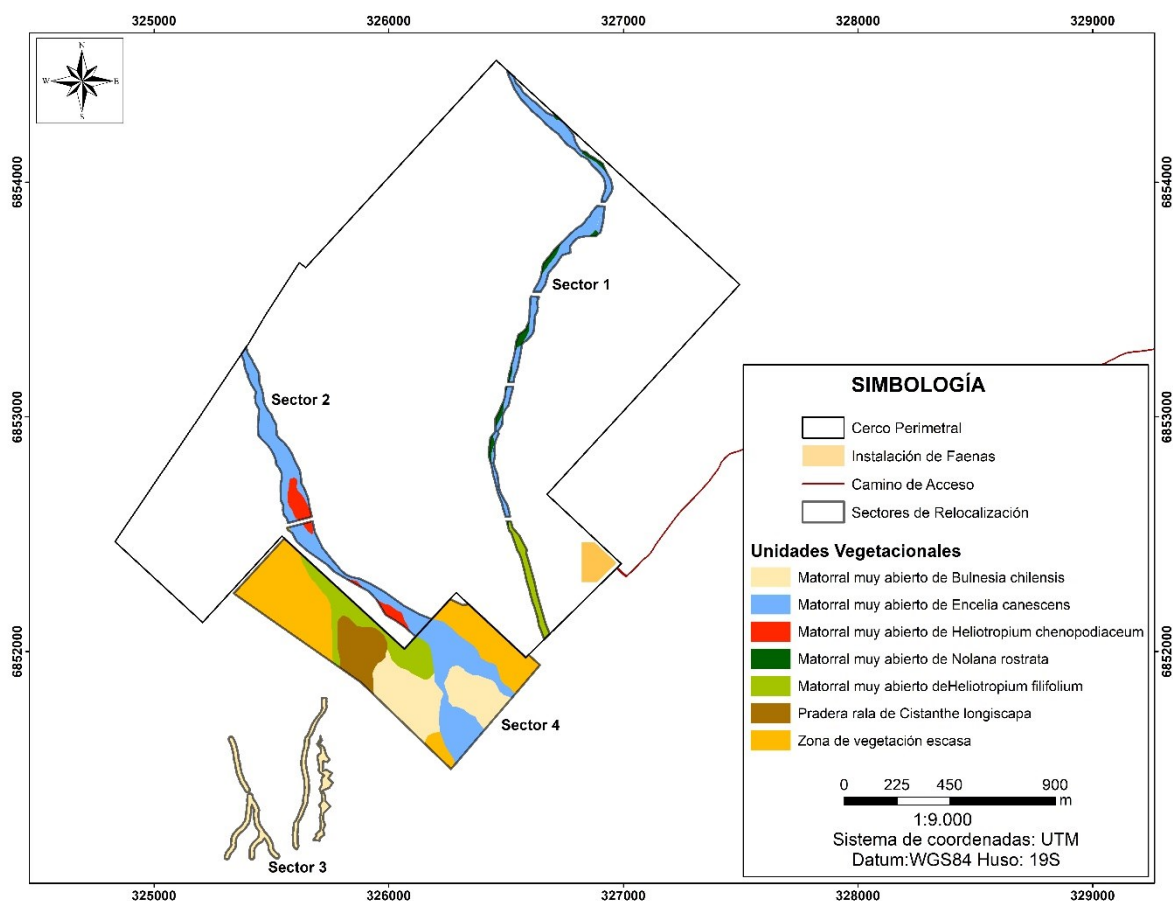
Corresponde al área en que se relocizaron las especies en categoría de conservación rescatadas en el marco de la implementación de la medida MMVF-1 y que fueron identificados en al Plan de Manejo Biológico de proyecto Tamarico (Figura 4-2).



**Figura 4-2. Sitios de relocalización**

Fuente: Tebal, 2016.

A su vez estas áreas fueron seleccionadas considerando las unidades vegetacionales presentes y las densidades poblacionales de dichas unidades para las especies objetivo (considerando su respectiva capacidad de carga), en el marco de las actividades de rescate y relocalización reportadas en los informe preliminares de implementación de la medida MMVF-1.



**Figura 4-3. Unidades vegetacionales presentes en los sectores de relocalización.**

Fuente: Tebal 2022.

#### 4.7.3 Especies comprometidas en el monitoreo de relocalización

Las especies cactáceas en categoría de conservación comprometidas para el rescate y relocalización corresponde a las especies *Austrocylindropuntia miquelii*, *Eulychnia acida* y *Cumulopuntia sphaerica*, (Tabla 4-1 Tabla 4-1).

**Tabla 4-1. Listado de especies suculentas (cactáceas) en categoría de conservación contempladas en el Plan de Manejo Biológico para flora terrestre.**

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO DE CONSERVACIÓN	DECRETO CATEGORÍA
Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia miquelii</i> (Monv.) Backeb.	Preocupación menor	DS 13/2013 MMA
Cactaceae	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F. Först.) E.F. Anderson	Preocupación menor	DS 19/2012 MMA

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO DE CONSERVACIÓN	DECRETO CATEGORÍA
Cactaceae	<i>Eulychnia acida</i> Phil.	Preocupación menor	DS 41/2011 MMA

Fuente: Tebal 2022.

#### 4.7.4 Resultados generales de la actividad de rescate y relocalización

Tal como se indica en el Plan de Manejo Biológico del proyecto Tamarico, para las especies suculentas y/o cactáceas se contempló el rescate del 100% de los individuos afectados, tanto en el camino de acceso como en el área de la instalación de faenas, paneles fotovoltaicos, subestaciones, entre otros.

Las actividades de rescate de cactáceas en categoría de conservación, en las áreas solicitadas de liberación para el proyecto en construcción, se realizó entre el mes de octubre de 2022 y febrero 2023, en las que se logró rescatar la totalidad de individuos de cactáceas presentes identificadas en las campañas de microruteo, con un total de 2.950 ejemplares rescatados.

Se consideró propagación vegetativa a través de esquejes (segmentos) para *Austrocylindropuntia miquelii* y *Eulychnia acida*, especies columnares. Para especies globulares, como es el caso de *Cumulopuntia sphaerica*, se implementó el traslado del individuo completo.

Los ejemplares fueron extraídos, mantenidos y replantados en sitios de relocalización de acuerdo con sus características biológicas, los cuales fueron ubicados dentro de las mismas unidades de vegetación en las que fueron hallados.

La actividad de relocalización se realizó durante el mes de noviembre de 2022 hasta febrero 2023. Se logró relocalizar la totalidad de los individuos rescatados en los Sectores 1, 2 y 4.

### 4.8 Metodología específica de Monitoreo Anual N°1

#### 4.8.1 Metodología de muestreo

Se realizó un muestreo que implicó el recorrido pedestre por todos los sectores de relocalización, midiendo los parámetros definidos en el Plan de Manejo Biológico, tratando de abarcar la mayor cantidad posible de los puntos de relocalización.

#### 4.8.2 Parámetros para medir sobrevivencia de los individuos relocalizados

Los siguientes parámetros fueron medidos para establecer la sobrevivencia de los individuos relocalizados:

- Número de individuos
- Estado sanitario (presencia de síntomas)

- Vigor (resistencia de espinas a la tracción y turgencia de parénquima)
- Agente de daño (presencia de signos)
- Estado fenológico
- Altura

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Fecha y lugar de muestreo

Para el Monitoreo Anual N°1, correspondiente al Año 1 de la relocalización de las especies de cactáceas en categoría de conservación, se realizaron 3 campañas de terreno en las fechas detalladas en la Tabla 5-1 cuya ubicación se muestra en la Figura 5-1.

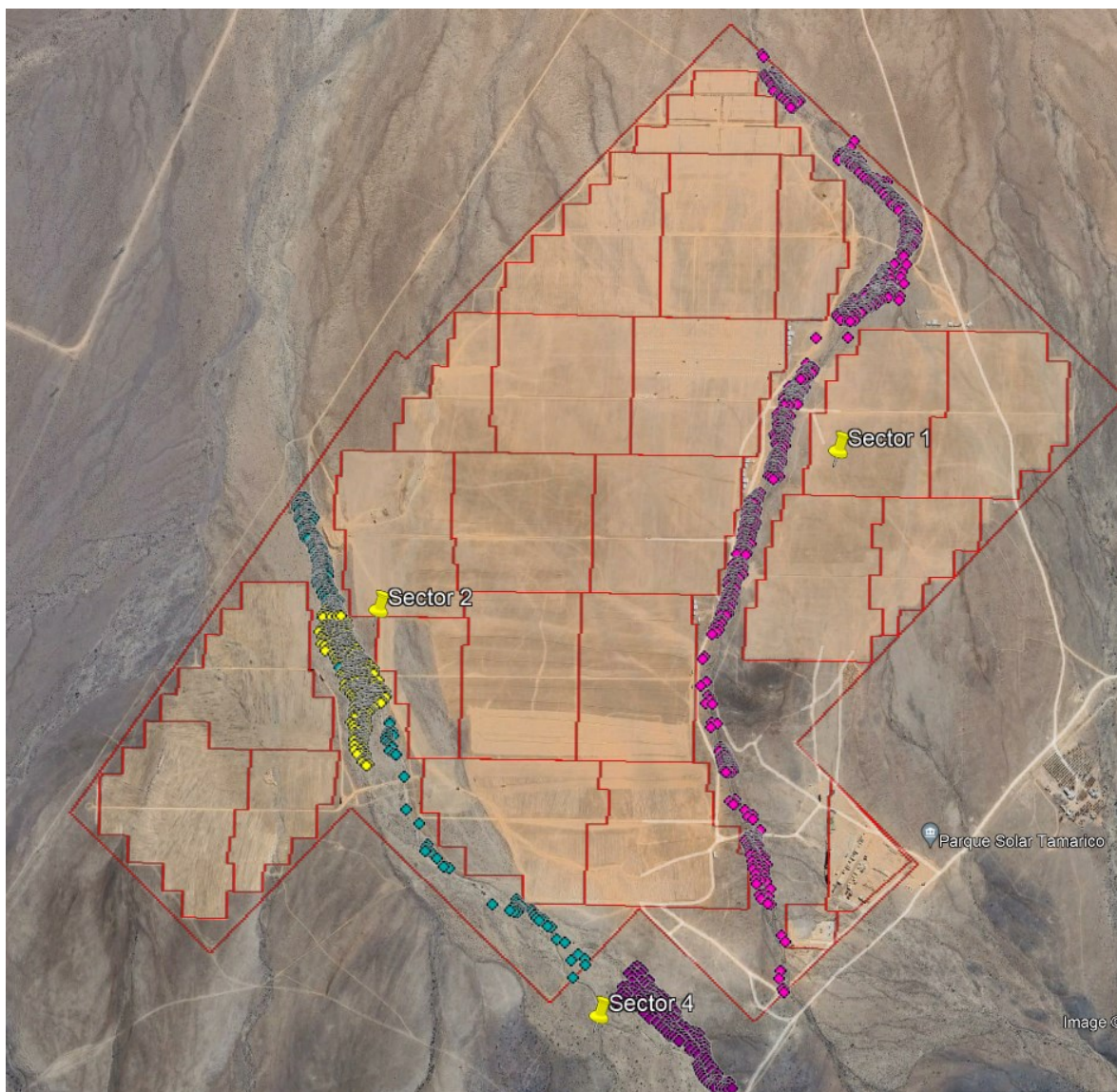
**Tabla 5-1. Campañas de terreno para el monitoreo anual N°1 de la medida MMFV-1.**

CAMPAÑA	FECHA	SECTOR	ESPECIES
Campaña N°1	Entre los días 9 y 12 de febrero del año 2024	Sectores 4 y 1	<i>Austrocylindropuntia miquelii</i> <i>Cumulopuntia sphaerica</i> <i>Eulychnia acida</i>
Campaña N°2	Entre los días 25 y 27 de marzo del año 2024	Sector 1	<i>Austrocylindropuntia miquelii</i> <i>Cumulopuntia sphaerica</i> <i>Eulychnia acida</i>
Campaña N°3	Durante el mes de enero y entre los días 3 y 5 de mayo del año 2024	Sector 2	<i>Austrocylindropuntia miquelii</i> <i>Cumulopuntia sphaerica</i> <i>Eulychnia acida</i>

Fuente: Tebal 2024.

Se aclara que a la fecha en el sector 3 no se realizó relocalización dado que los otros sectores contaban con la capacidad para la contención de la totalidad de los ejemplares relocalizados.





**Figura 5-1. Sectores y puntos de monitoreo de especies**

## 5.2 Evaluación de cactáceas

De acuerdo con los datos recopilados en terreno el muestreo contabilizó 2.724 individuos, correspondiendo al 92,2 % de los ejemplares relocalizado inicialmente (2.950 ejemplares).

De los 2.724 individuos monitoreados, 2.336 ejemplares son de la especie *Cumulopuntia sphaerica*, 330 de *Austrocylindropuntia miquelii* y 58 de la especie *Eulychnia acida*.

Se contabilizaron 66 individuos muertos, correspondiendo 64 individuos a la especie *C. sphaerica* y 2 a la especie *A. miquelii*, lo que arroja un 97,58% de sobrevivencia del actual monitoreo.

Las causas de pérdida de individuos fueron principalmente antrópicas identificando varios casos de clara situación de aplastamiento por vehículo, maquinaria o daño mecánico. Algunos individuos fueron encontrados secos sin raíz y otros simplemente no se logró localizar por pérdida de placa de identificación.

Cabe destacar que los sectores donde se observó individuos muertos corresponden a sectores aledaños al área de construcción del proyecto Tamarico (sectores 1 y 2).

**Tabla 5-2. Resultados de sobrevivencia**

ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	MUERTO	VIVO	TOTAL GENERAL	SOBREVIVENCIA
<i>Austrocyllindropuntia miquelii</i>	Sector 1	-	153	153	100,00%
	Sector 2	2	148	150	98,67%
	Sector 4	-	27	27	100,00%
<b>Total <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i></b>		<b>2</b>	<b>328</b>	<b>330</b>	<b>99,39%</b>
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	39	1.205	1.230	97,40%
	Sector 2	25	482	507	95,07%
	Sector 4	-	327	327	100,00%
<b>Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i></b>		<b>64</b>	<b>2.272</b>	<b>2.336</b>	<b>97,26%</b>
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	-	41	41	100,00%
	Sector 2	-	12	12	100,00%
	Sector 4	-	5	5	100,00%
<b>Total <i>Eulychnia acida</i></b>			<b>58</b>	<b>58</b>	<b>100,00%</b>
<b>Total general</b>		<b>66</b>	<b>2.658</b>	<b>2.724</b>	<b>97,58%</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.1 Vigor

En relación con el vigor observado en las especies monitoreadas el 19,9% (529 individuos) presenta alto vigor, el 56,5% (1503 individuos) presentan un estado medio y un 23,1% (613 individuos) un estado bajo (Tabla 5-3 y Tabla 5-4). Entre las causas de vigor bajo se observó deshidratación y desarraigo.

**Tabla 5-3. Vigor observado en especies monitoreadas**

ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO	NO APLICA*	TOTAL GENERAL
<i>Austrocyllindropuntia miquelii</i>	Sector 1	49	69	35	-	153
	Sector 2	43	88	17	-	148
	Sector 4	-	27	-	-	27
<b>Total <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i></b>		<b>92</b>	<b>184</b>	<b>52</b>	<b>-</b>	<b>328</b>
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	284	830	336	13	1.463
	Sector 2	82	241	159	-	482
	Sector 4	59	213	55	-	327



ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO	NO APLICA*	TOTAL GENERAL
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		425	1.284	550	13	2.272
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	1	30	10	-	41
	Sector 2	11	-	1	-	12
	Sector 4	-	5	-	-	5
Total <i>Eulychnia acida</i>		12	35	11		58
<b>Total general</b>		<b>529</b>	<b>1.503</b>	<b>613</b>	<b>13</b>	<b>2.658</b>

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5-4. Vigor observado en especies monitoreadas (%)**

ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO	NO APLICA*
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	Sector 1	32,0%	45,1%	22,9%	0,0%
	Sector 2	29,1%	59,5%	11,5%	0,0%
	Sector 4	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
Total <i>Austrocylindropuntia miquelii</i>		<b>28,0%</b>	<b>56,1%</b>	<b>15,9%</b>	<b>0,0%</b>
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	19,4%	56,7%	23,0%	0,9%
	Sector 2	17,0%	50,0%	33,0%	0,0%
	Sector 4	18,0%	65,1%	16,8%	0,0%
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		<b>18,7%</b>	<b>56,5%</b>	<b>24,2%</b>	<b>0,6%</b>
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	2,4%	73,2%	24,4%	0,0%
	Sector 2	91,7%	0,0%	8,3%	0,0%
	Sector 4	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
Total <i>Eulychnia acida</i>		<b>20,7%</b>	<b>60,3%</b>	<b>19,0%</b>	<b>0,0%</b>
<b>Total general</b>		<b>19,9%</b>	<b>56,5%</b>	<b>23,1%</b>	<b>0,5%</b>

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el vigor observado por especie, de los 328 individuos vivos de *Austrocylindropuntia miquelii*, un 28% presentó un vigor alto (Figura 5-2); en *Cumulopuntia sphaerica*, de los 2.272 individuos vivos, un 18,7% presentó un vigor alto (Figura 5-3) y en *Eulychnia acida* de los 58 individuos un 20,7% presentó un vigor alto (Figura 5-4).

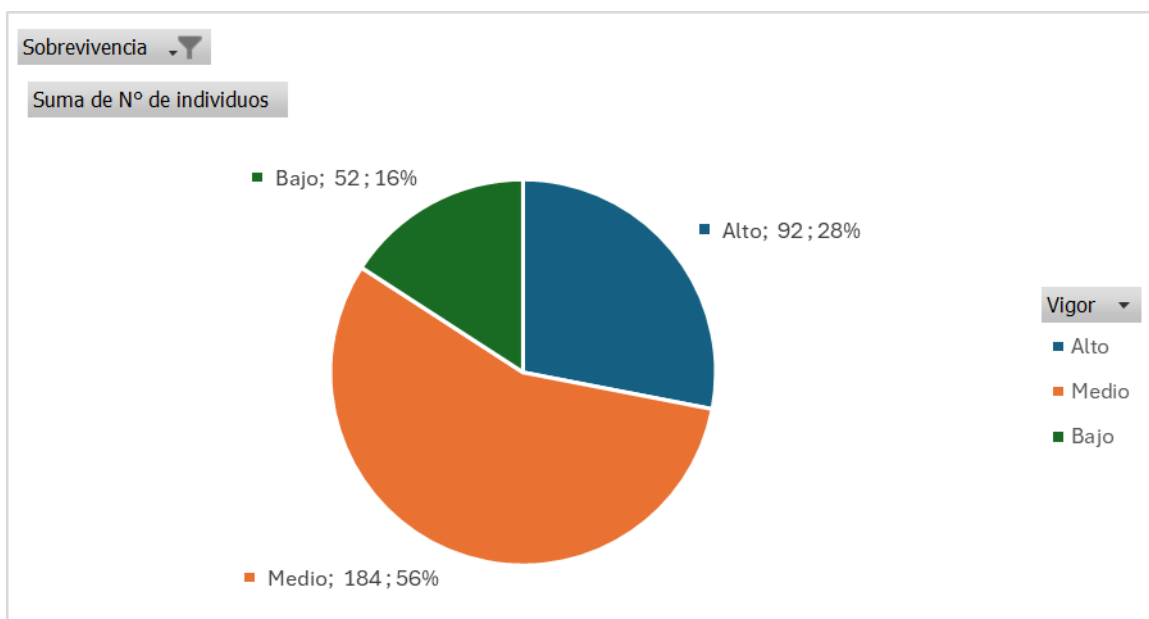


Figura 5-2. Vigor observado en los individuos relocizados de *Austrocyllindropuntia miquelii*

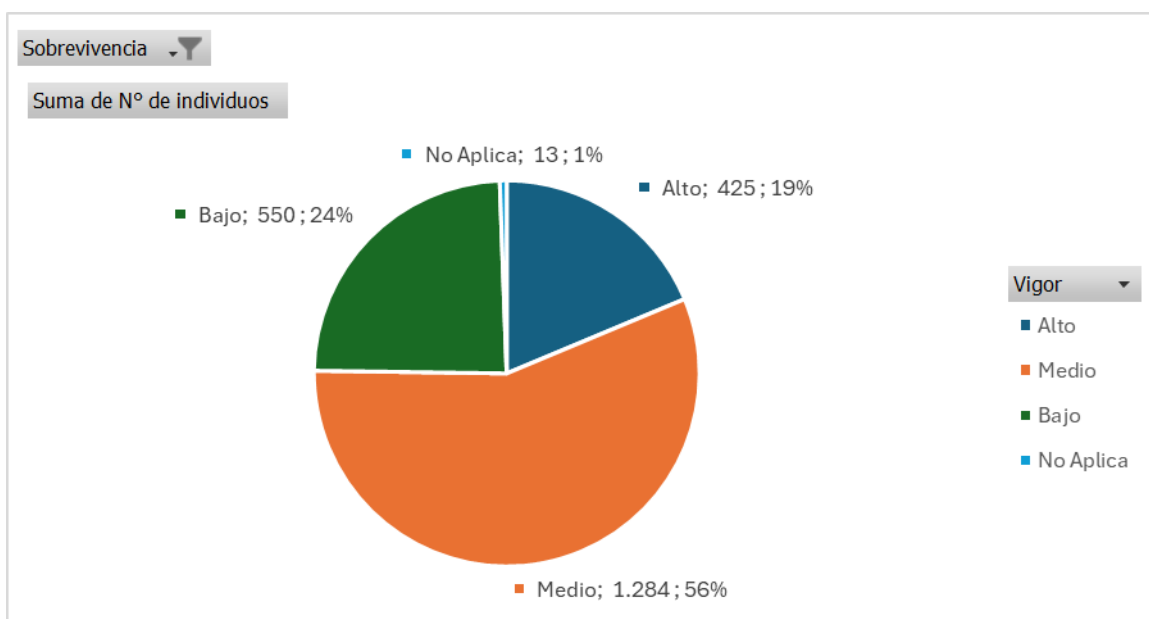


Figura 5-3. Vigor observado en los individuos relocizados de *Cumulopuntia sphaerica*

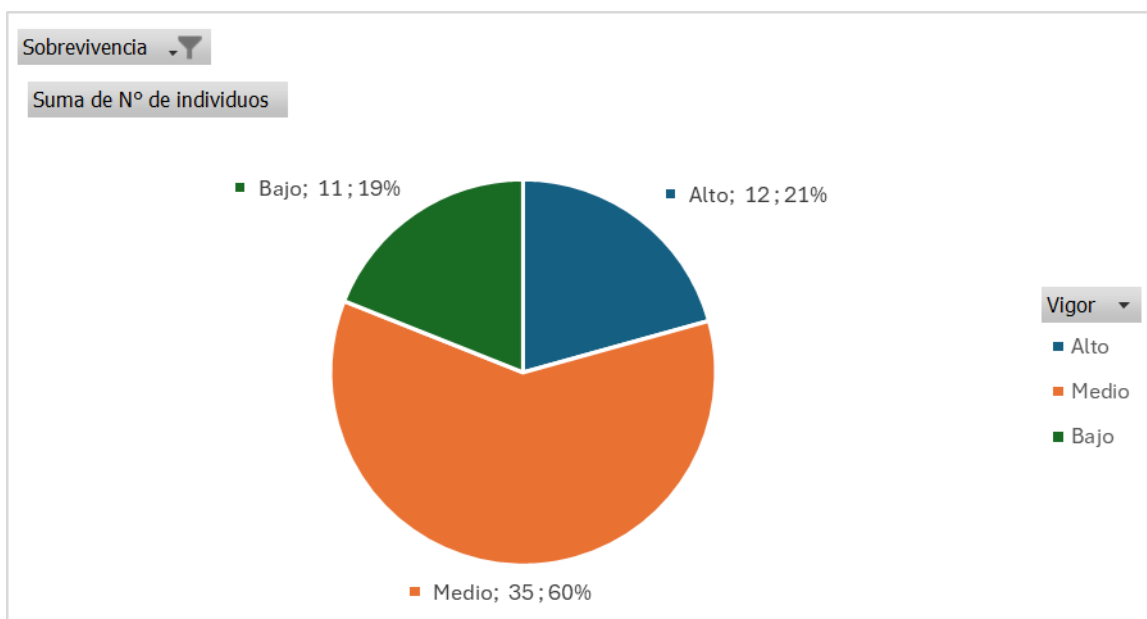


Figura 5-4. Vigor observado en los individuos relocados de *Eulychnia acida*

## 5.2.2 Estado sanitario

El estado sanitario que presentan las cactáceas monitoreadas es mayormente bueno, observándose un 98% de los individuos en una buena condición sanitaria (Tabla 5-5, Tabla 5-6, Figura 5-5). Para las 3 especies monitoreadas los individuos clasificados con un estado sanitario malo se encuentran ubicadas en el sector 1.

Tabla 5-5. Estado sanitario observado en especies monitoreadas

ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	NO APLICA*	TOTAL GENERAL
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	Sector 1	144	-	9	-	153
	Sector 2	148	-	-	-	148
	Sector 4	27	-	-	-	27
Total <i>Austrocylindropuntia miquelii</i>		319		9		328
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	1.433	-	17	13	1.463
	Sector 2	474	8	-	-	482
	Sector 4	325	2	-	--	327
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		2.232	10	17	13	2.272
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	36	-	5	-	41
	Sector 2	12	-	-	-	12
	Sector 4	5	-	-	-	5
Total <i>Eulychnia acida</i>		53		5		58
Total general		2.604	10	31	13	2.658

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

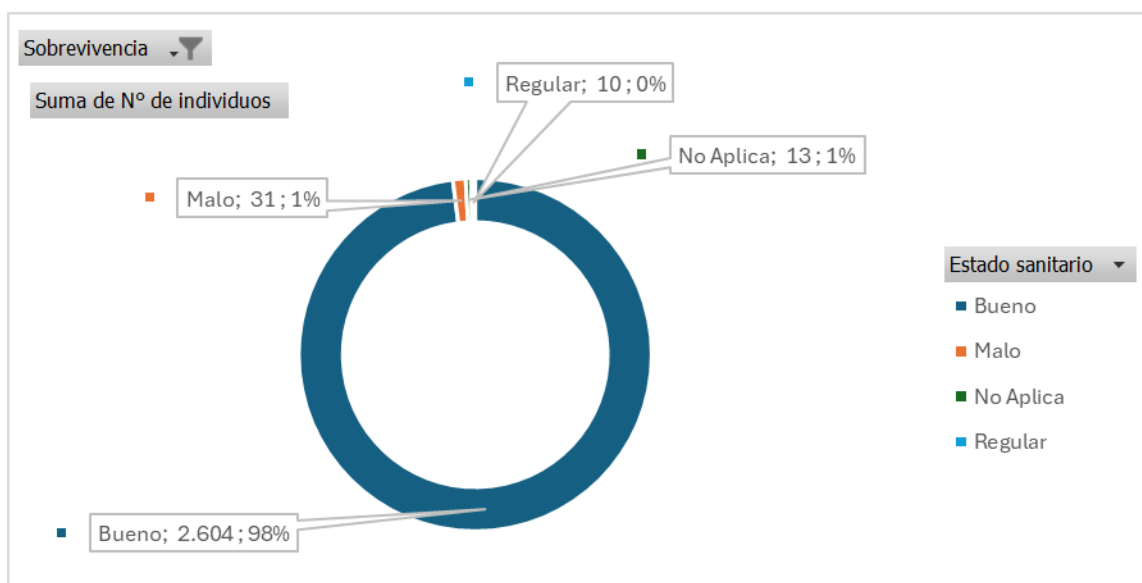
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-6. Estado sanitario observado en especies monitoreadas (%)**

ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	NO APLICA*
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	Sector 1	94,1%	0,0%	5,9%	0,0%
	Sector 2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Sector 4	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total <i>Austrocylindropuntia miquelii</i>		<b>97,3%</b>	<b>0,0%</b>	<b>2,7%</b>	<b>0,0%</b>
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	97,9%	0,0%	1,2%	0,9%
	Sector 2	98,3%	1,7%	0,0%	0,0%
	Sector 4	99,4%	0,6%	0,0%	0,0%
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		<b>98,2%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,7%</b>	<b>0,6%</b>
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	87,8%	0,0%	12,2%	0,0%
	Sector 2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Sector 4	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total <i>Eulychnia acida</i>		<b>91,4%</b>	<b>0,0%</b>	<b>8,6%</b>	<b>0,0%</b>
<b>Total general</b>		<b>98,0%</b>	<b>0,4%</b>	<b>1,2%</b>	<b>0,5%</b>

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5-5. Estado sanitario observado en los individuos relocados**

### 5.2.3 Estado fenológico

Del total de ejemplares observados durante el monitoreo, más del 58% (1.563 individuos) se encontró en estado fenológico vegetativo y un 40,3% en estado latente (1.070 individuos); 12

individuos presentaron fructificación correspondiendo 10 individuos a la especie *Austrocyllindropuntia miquelii* y 2 *Cumulopuntia sphaerica* (Tabla 5-7).

**Tabla 5-7. Estado fenológico de las especies monitoreadas**

ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	VEGETATIVO	LATENTE	FRUCTIFICACIÓN	NO APLICA*	TOTAL GENERAL
<i>Austrocyllindropuntia miquelii</i>	Sector 1	58	90	5	-	153
	Sector 2	121	27	-	-	148
	Sector 4	21	1	5	-	27
Total <i>Austrocyllindropuntia miquelii</i>		<b>200</b>	<b>118</b>	<b>10</b>		<b>328</b>
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	723	727	-	13	1.463
	Sector 2	333	147	2	-	482
	Sector 4	305	22	-	-	327
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		<b>1.361</b>	<b>896</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>2.272</b>
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	-	41	-	-	41
	Sector 2	2	10	-	-	12
	Sector 4	-	5	-	-	5
Total <i>Eulychnia acida</i>		<b>2</b>	<b>56</b>			<b>58</b>
<b>Total general</b>		<b>1.563</b>	<b>1.070</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>2.658</b>

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados por especie se pueden observar en la Figura 5-6, Figura 5-7 y Figura 5-8. Cabe destacar que, a pesar de que las 3 especies presentan generalmente sus estados de floración y fructificación desde primavera a mediados de verano, para la especie *Eulychnia acida* el 97% de los individuos se encontró en estado latente, no así para la especie *Austrocyllindropuntia miquelii* y *Cumulopuntia sphaerica* en que los porcentajes, entre el número de individuos en estado vegetativo y latente se acerca a 60% y 40% respectivamente.

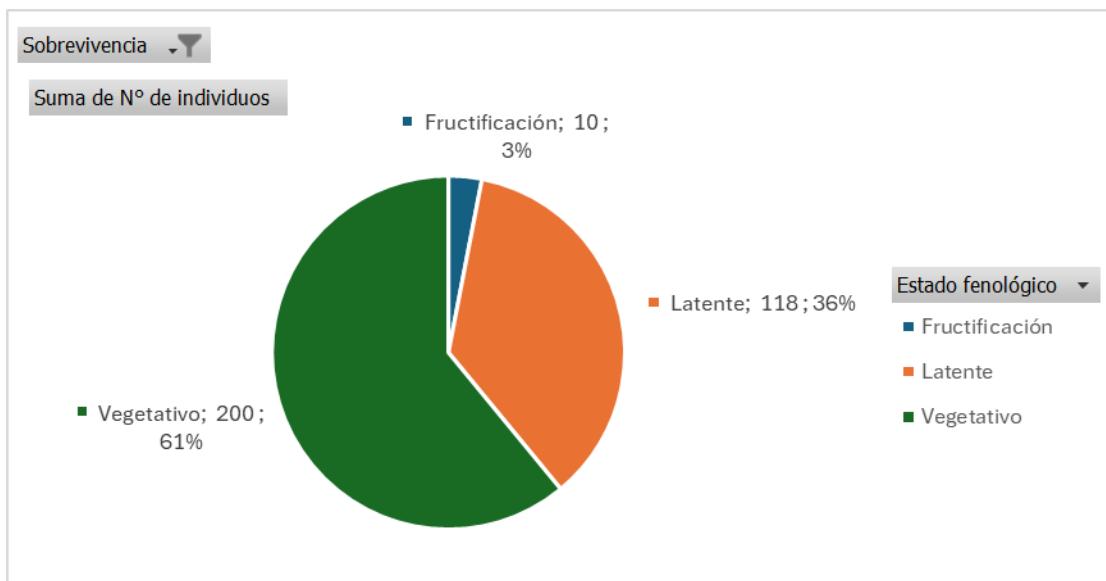


Figura 5-6. Estado fenológico observado en los individuos de *Austrocylindropuntia miquelii*

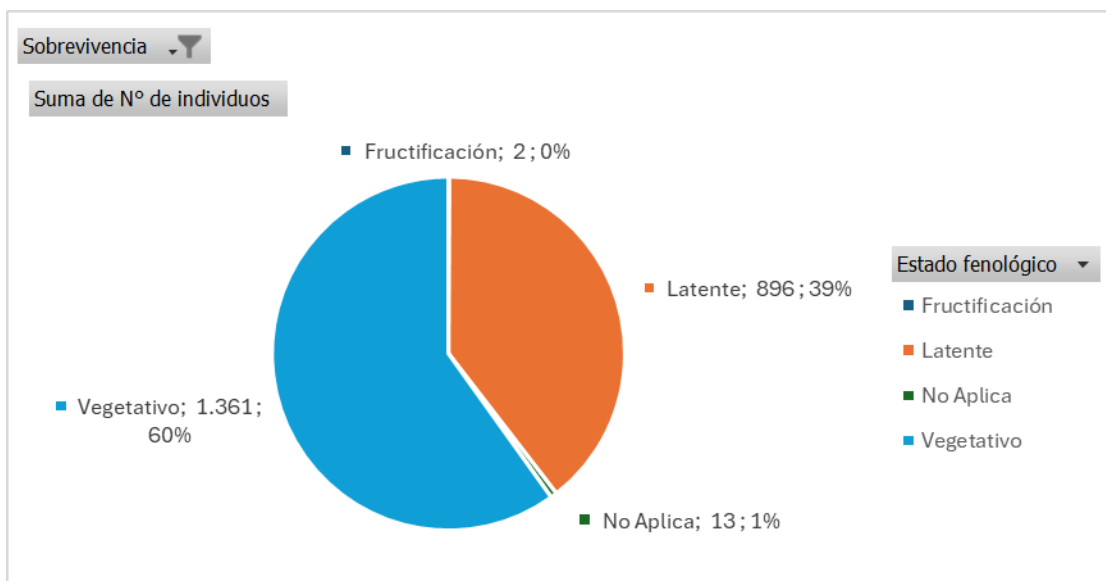


Figura 5-7. Estado fenológico observado en los individuos de *Cumulopuntia sphaerica*

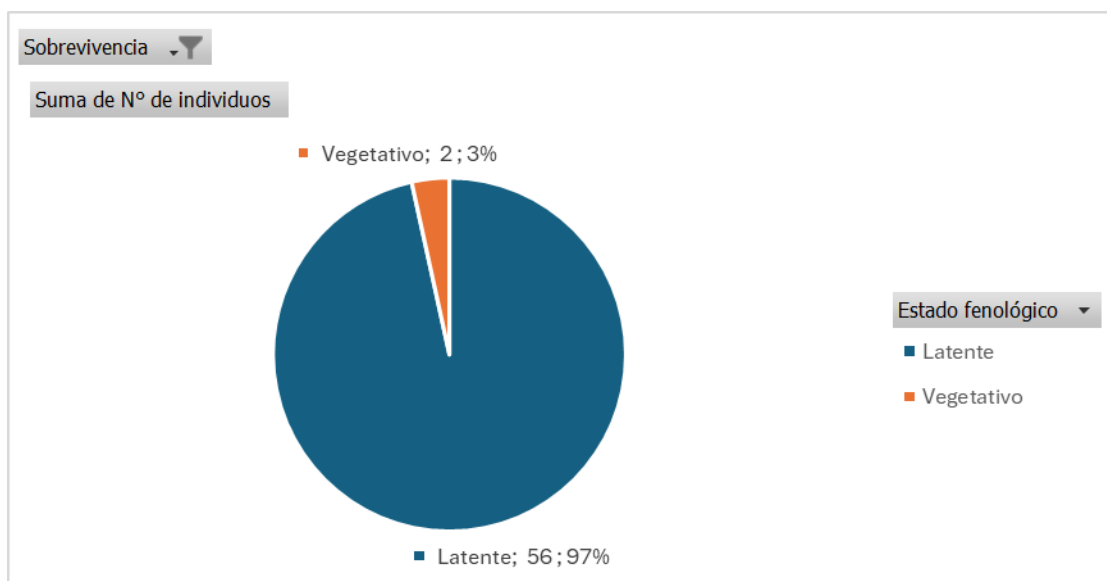


Figura 5-8. Estado fenológico observado en los individuos de *Eulychnia acida*

## 5.2.4 Altura

El análisis de la altura se realizó estableciendo la relación existente entre el vigor, el estado sanitario, el estado fenológico y la altura respectivamente.

### 5.2.4.1 Vigor/ altura

En los individuos relocados se observa en la mayoría de los casos una relación directa entre el alto vigor con las mayores alturas promedio para todas las especies; sin embargo, también se observa que especies de bajo vigor, presentan alturas promedio mayores. Por otro lado, de los datos tomados en terreno se desprende que las mayores alturas promedio son alcanzadas por individuos relocados en los sectores 2 y 4 (Tabla 5-8).

Tabla 5-8. Relación entre vigor y altura en los ejemplares relocados

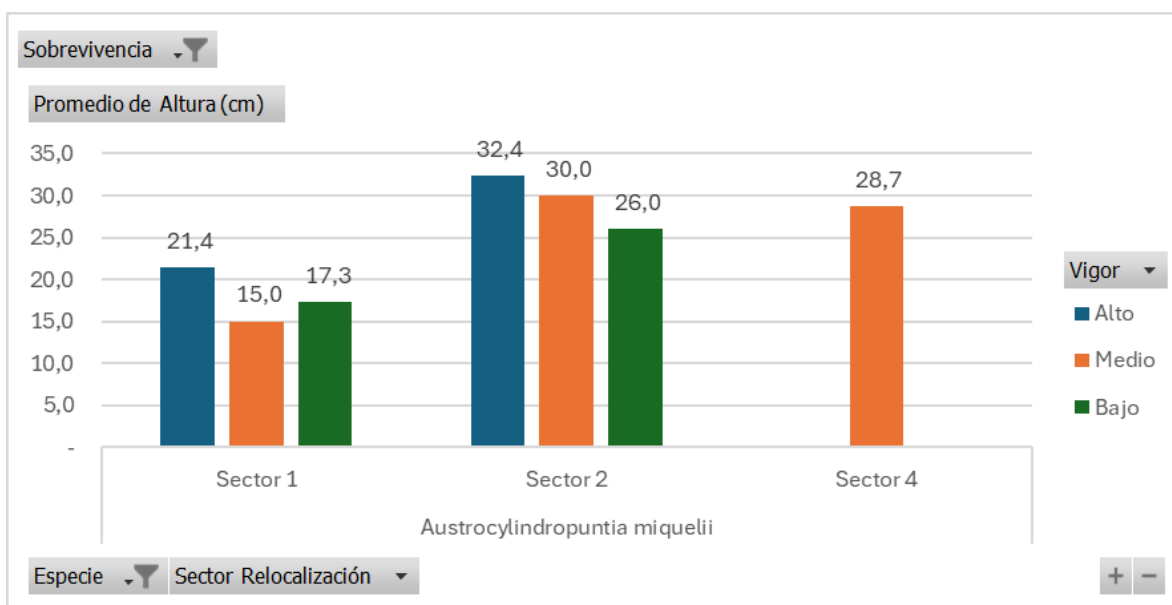
PROMEDIO DE ALTURA (CM)		VIGOR				ALTURA PROMEDIO POR SECTOR
ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO	*NO APLICA	
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	Sector 1	21,4	15,0	17,3	-	16,8
	Sector 2	32,4	30,0	26,0	-	30,1
	Sector 4	-	28,7	-	-	28,7
Total <i>Austrocylindropuntia miquelii</i>		26,0	21,4	20,4		22,3
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	9,7	8,8	9,0	-	9,1
	Sector 2	10,8	9,7	8,9	-	9,6
	Sector 4	10,6	11,6	9,9	-	10,9
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		10,0	9,3	9,1		9,4

PROMEDIO DE ALTURA (CM)		VIGOR				ALTURA PROMEDIO POR SECTOR
ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO	*NO APLICA	
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	180,0	27,2	20,5	-	42,7
	Sector 2	60,7	-	170,0	-	88,0
	Sector 4	-	36,0	-	-	36,0
Total <i>Eulychnia acida</i>		90,5	28,4	70,3		55,1

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis por especies, se puede observar que los ejemplares de *Austrocylindropuntia miquelii* con alto vigor, presentan una altura promedio 26 cm; y que las alturas menores para los tres estados de vigor, se observan en los ejemplares relocados en el sector 2 (Figura 5-9).



**Figura 5-9. Relación entre vigor y altura en los ejemplares de *Austrocylindropuntia miquelii***

En los ejemplares de *Cumulopuntia sphaerica* con alto vigor, la altura promedio es de 10 cm, alcanzando las mayores alturas, para los tres estados de vigor, en los ejemplares relocados en el sector 4 (Figura 5-10).



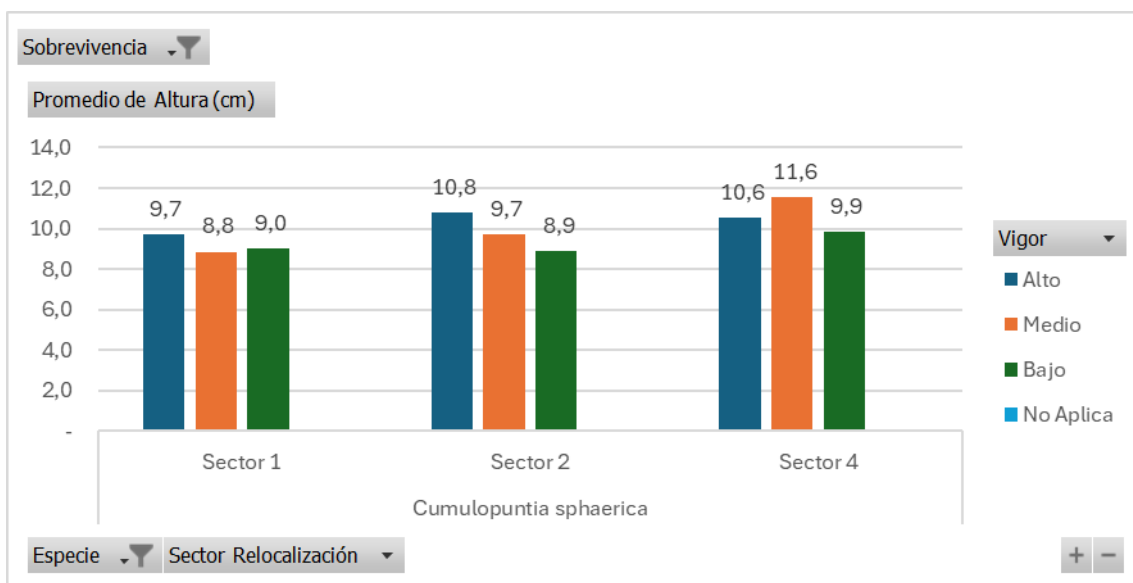


Figura 5-10. Relación entre vigor y altura en los ejemplares de *Cumulopuntia sphaerica*

En los ejemplares de *Eulychnia acida* con alto vigor, la altura promedio 90,5 cm, alcanzando la mayor altura promedio, en los ejemplares relocalizados en el sector 1 (180 cm) (Figura 5-11).

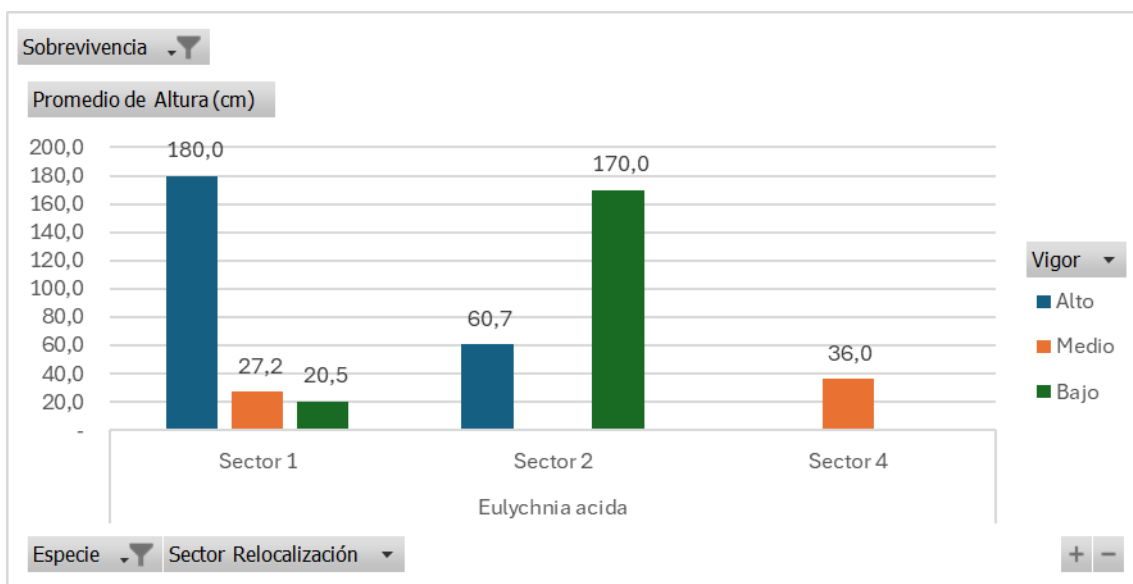


Figura 5-11. Relación entre vigor y altura en los ejemplares de *Eulychnia acida*

#### 5.2.4.2 Estado sanitario/ altura

En los individuos relocalizados se observa en la mayoría de los casos una relación directa entre el estado sanitario bueno con las mayores alturas promedio para todas las especies. Por otro lado, de

los datos tomados en terreno se desprende que las mayores alturas promedio son alcanzadas por individuos relocados en los sectores 2 y 4.

**Tabla 5-9. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares relocados**

PROMEDIO DE ALTURA (CM)		ESTADO SANITARIO				ALTURA PROMEDIO
ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	*NO APLICA	POR SECTOR
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	Sector 1	16,7	-	20,5	-	16,8
	Sector 2	30,1	-	-	-	30,1
	Sector 4	28,7	-	-	-	28,7
Total <i>Austrocylindropuntia miquelii</i>		<b>22,4</b>		<b>20,5</b>		<b>22,3</b>
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	9,1	-	7,2	-	9,1
	Sector 2	9,6	10,6	-	-	9,6
	Sector 4	10,9	12,0	-	-	10,9
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		<b>9,4</b>	<b>11,0</b>	<b>7,2</b>		<b>9,4</b>
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	45,8	-	18,0	-	42,7
	Sector 2	88,0	-	-	-	88,0
	Sector 4	36,0	-	-	-	36,0
Total <i>Eulychnia acida</i>		<b>58,0</b>		<b>18,0</b>		<b>55,1</b>

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis por especies, se puede observar que los ejemplares de *Austrocylindropuntia miquelii* con estado sanitario bueno, relocadas en el sector 2 presentan una altura promedio de 30,1 cm y que las menores alturas promedios se observan en los ejemplares relocados en el sector 1, ya sea en estado sanitario bueno o malo (Figura 5-12).

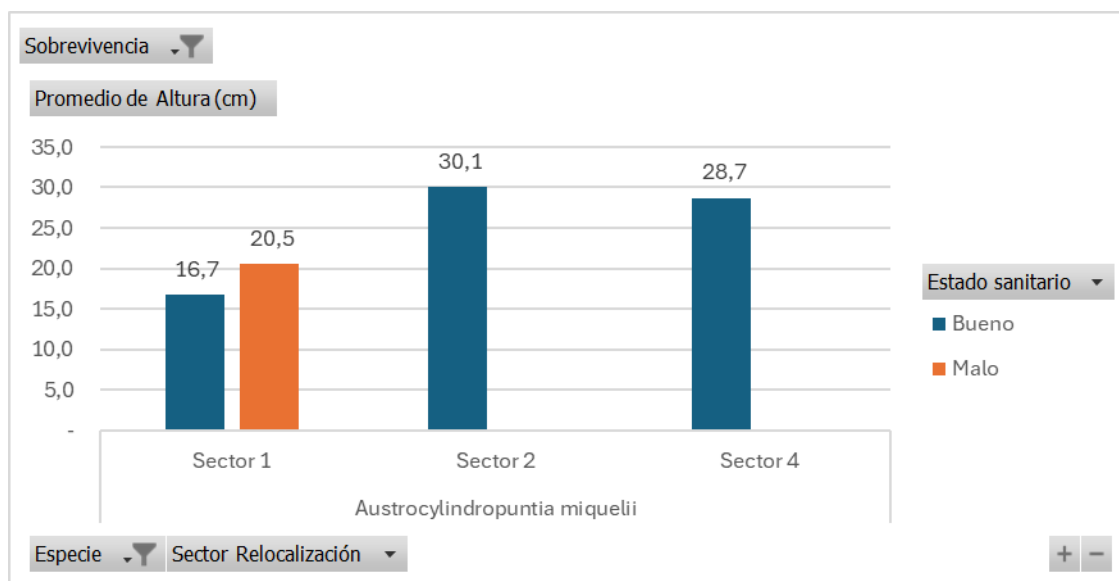


Figura 5-12. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares de *Austrocyllindropuntia miquelii*

En los ejemplares de *Cumulopuntia sphaerica* las alturas promedio mayores son alcanzadas en ejemplares en estado sanitario regular y que se ubican en los sectores 2 y 4 (Figura 5-13).

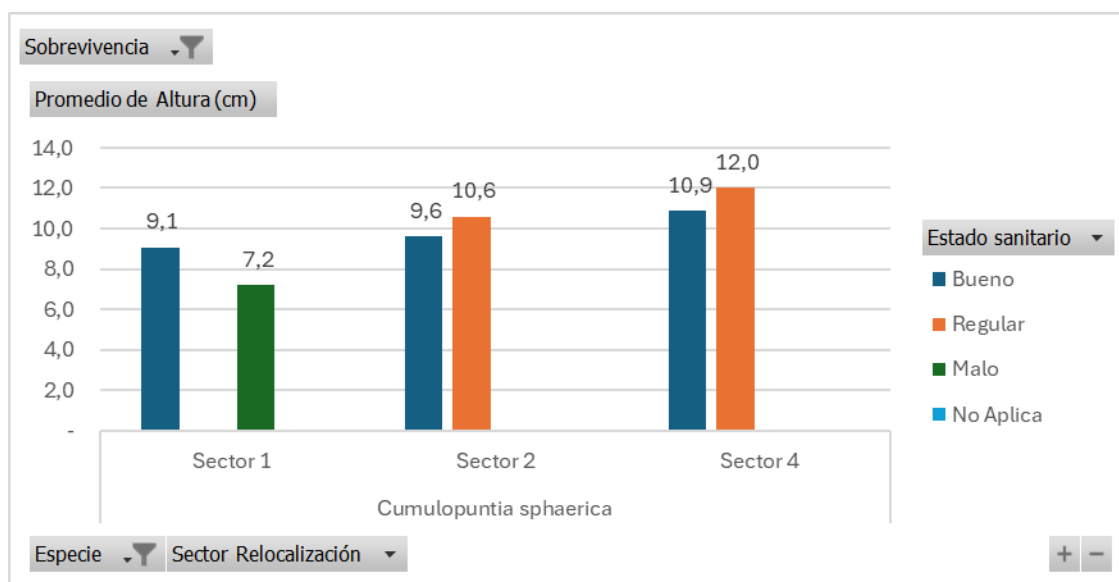


Figura 5-13. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares de *Cumulopuntia sphaerica*

En los ejemplares de *Eulychnia acida* con estado sanitario bueno se presentan las mayores alturas promedio. Con respecto a su ubicación los ejemplares localizados en el sector 2 presentan una mayor altura promedio (Figura 5-14).

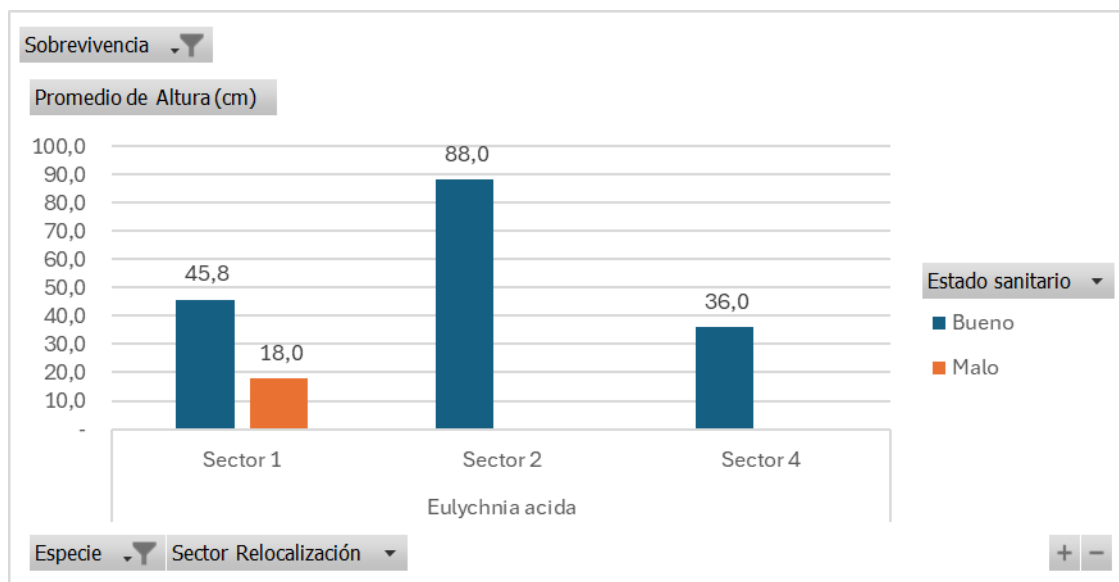


Figura 5-14. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares de *Eulychnia acida*

#### 5.2.4.3 Estado fenológico/ altura

En los individuos relocados se observa que en general, las mayores alturas promedio se observan en ejemplares en estado vegetativo, relocados en los sectores 2 y 4.

Tabla 5-10. Relación entre estado sanitario y altura en los ejemplares relocados

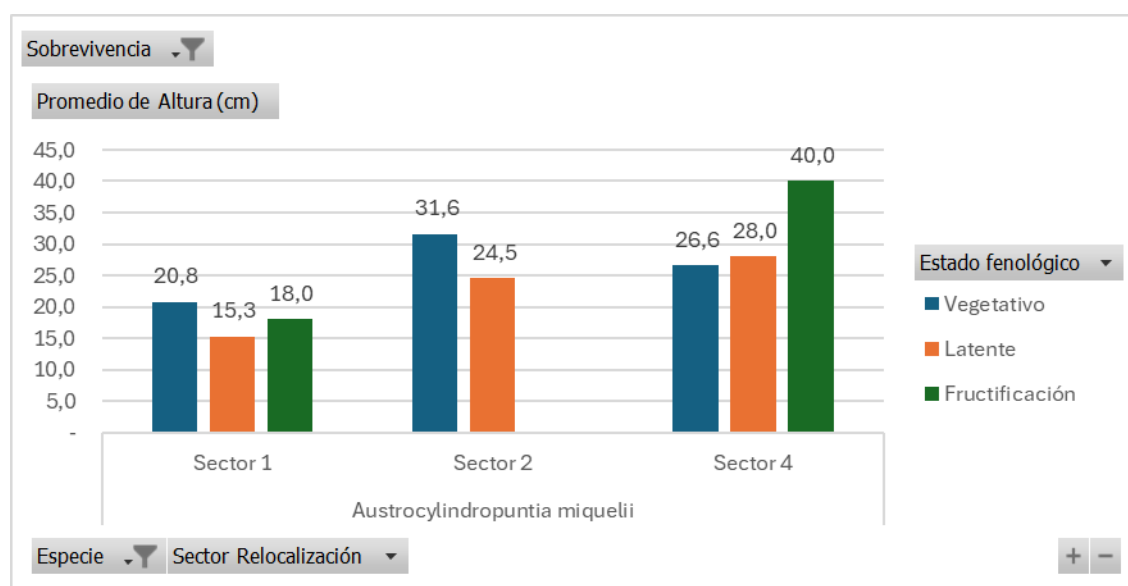
PROMEDIO DE ALTURA (CM)		ESTADO FENOLÓGICO				ALTURA PROMEDIO POR SECTOR
ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	VEGETATIVO	LATENTE	FRUCTIFICACIÓN	*NO APLICA	
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	Sector 1	20,8	15,3	18,0	-	16,8
	Sector 2	31,6	24,5	-	-	30,1
	Sector 4	26,6	28,0	40,0	-	28,7
Total <i>Austrocylindropuntia miquelii</i>		27,7	17,0	29,0		22,3
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Sector 1	10,2	8,3	-	-	9,1
	Sector 2	10,2	8,4	9,0	-	9,6
	Sector 4	11,2	8,5	-	-	10,9
Total <i>Cumulopuntia sphaerica</i>		10,4	8,3	9,0		9,4
<i>Eulychnia acida</i>	Sector 1	-	42,7	-	-	42,7
	Sector 2	150,0	26,0	-	-	88,0

PROMEDIO DE ALTURA (CM)		ESTADO FENOLÓGICO				ALTURA PROMEDIO POR SECTOR
ESPECIE	SECTOR RELOCALIZACIÓN	VEGETATIVO	LATENTE	FRUCTIFICACIÓN	*NO APLICA	
	Sector 4	-	36,0	-	-	36,0
Total <i>Eulychnia acida</i>		150,0	39,3			55,1

\*Individuos vivos encontrados fuera del cerco perimetral en que no se midieron los parámetros.

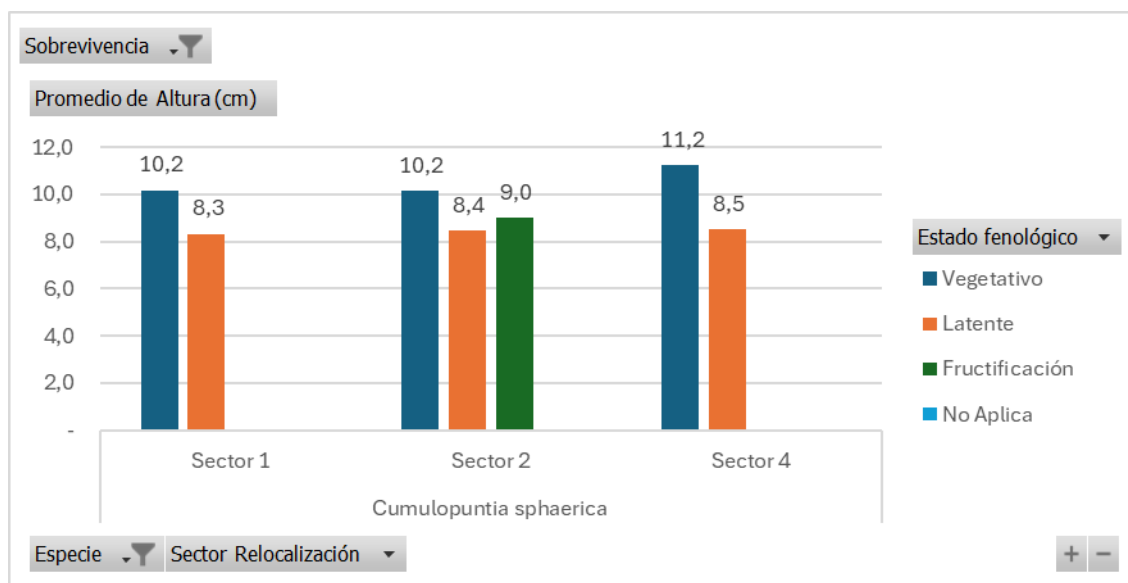
Fuente: Elaboración propia.

Del análisis por especies, se puede observar que los ejemplares de *Austrocylindropuntia miquelii* que presentan una altura promedio mayor se encontraron en estado de Fructificación y que las alturas menores para los tres estados de vigor, se observan en los ejemplares relocalizados en el sector 2 (Figura 5-15).



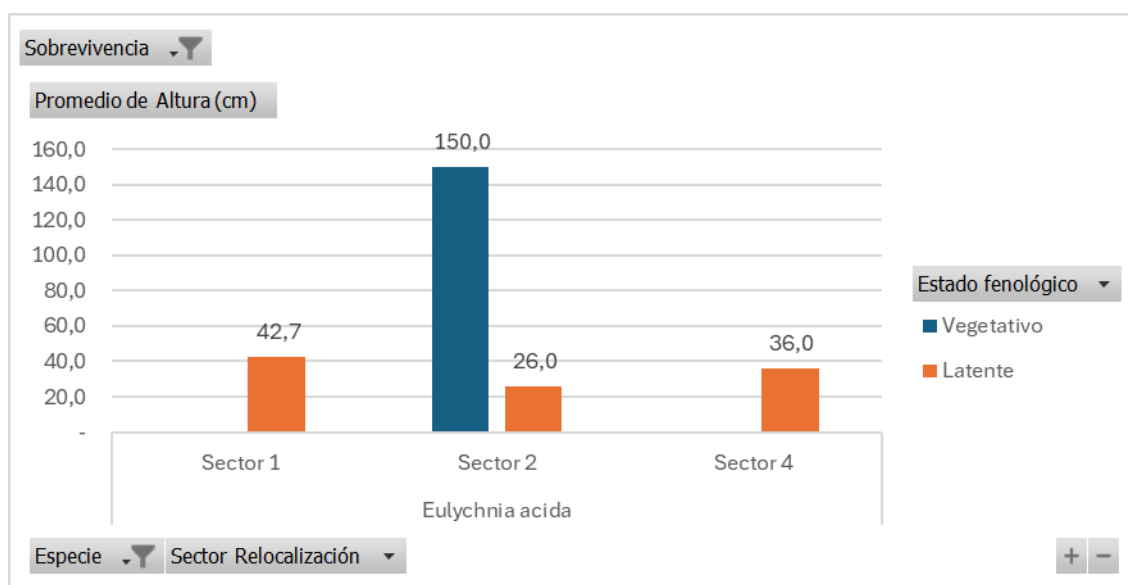
**Figura 5-15. Relación entre estado fenológico y altura en los ejemplares de *Austrocylindropuntia miquelii***

En los ejemplares de *Cumulopuntia sphaerica* que presentan una altura promedio mayor se encontraron en estado de Vegetativo en los tres sectores; sin embargo, los individuos relocalizados en el sector 4 alcanzan una mayor altura promedio (Figura 5-16).



**Figura 5-16. Relación entre estado fenológico y altura en los ejemplares de *Cumulopuntia sphaerica***

En los ejemplares de *Eulychnia acida* los 2 ejemplares ubicados en el sector 2, que se encuentran en estado vegetativos presentan una altura promedio de 150 cm. Dentro de los ejemplares en estado fenológico latente, la mayor altura promedio, se observa en los ejemplares relocados en el sector 1 (42,7 cm) (Figura 5-17).



**Figura 5-17. Relación entre estado fenológico y altura en los ejemplares de *Eulychnia acida***

## 6. DISCUSIÓN

Existen ejemplares monitoreados que no contaban con su placa de identificación; sin embargo, se encontraban en el área de micro ruteo, por lo que fueron igualmente considerados en el muestreo. Así mismo, existen también ejemplares ubicados fuera del cerco perimetral para los que se levantó su presencia, pero no sus parámetros; por lo tanto en el análisis de resultados realizado en el capítulo anterior, estos individuos figuran en la columna de “No Aplica”.

Entre las causas de los individuos identificados como muertos se consideran: aplastados por vehículos, por camión y por construcción de camino, todos esos casos se dan en los sectores 1 y 2. Otras causas consideran la deshidratación.

La especie *Cumulopuntia sphaerica* se desarrolla en grupos, los que fueron contabilizados como individuos. Por otro lado, en relación con las especies *Austrocylindropuntia miquelii* y *Eulychnia acida* se contabilizaron los esquejes como individuos.

## 7. CONCLUSIONES

1. La sobrevivencia, en base al muestreo, alcanza un 97,58% cumpliendo con lo establecido en la Res. Ex. N°172/2016 Atacama del Parque Solar Fotovoltaico, que establece una 90% como mínimo.

Para la especie *Cumulopuntia sphaerica* la tasa de sobrevivencia es de 97,26%, para *Austrocylindropuntia miquelii* es de 99,39% y para la especie *Eulychnia acida* es del 100%.

Se contabilizaron 66 individuos muertos, correspondiendo 64 individuos a la especie *C. sphaerica* y 2 a la especie *A. miquelii*.

2. En relación con el vigor observado en las especies monitoreadas, el 19,9% (529 individuos) presenta alto vigor, el 56,5% (1503 individuos) presentan un estado medio y un 23,1% (613 individuos) un estado bajo.

Para la especie *Cumulopuntia sphaerica* el 18,7% de ejemplares presenta alto vigor, para *Austrocylindropuntia miquelii* este parámetro es de 28% y para la especie *Eulychnia acida* es de 20,7%, encontrándose más de la mitad de los ejemplares de cada una de las especies con un vigor medio.

3. El estado sanitario que presentan las cactáceas monitoreadas es mayormente bueno, observándose un 98% de los individuos en una buena condición sanitaria.

Para la especie *Cumulopuntia sphaerica* el 98,2% de ejemplares presenta un estado sanitario bueno, para *Austrocylindropuntia miquelii* este parámetro es de 94,3% y para la especie *Eulychnia acida* es de 91,4%.

Para las 3 especies monitoreadas los individuos clasificados con un estado sanitario malo se encuentran ubicadas en el sector 1.

4. Del total de ejemplares observados durante el monitoreo, más del 58% (1.563 individuos) se encontró en estado fonológico vegetativo y un 40,3% en estado latente (1.070 individuos).

Para la especie *Cumulopuntia sphaerica* el 59,9% de ejemplares se presenta en estado vegetativo y un 39,4% en latencia. Para *Austrocylindropuntia miquelii* el 61% de ejemplares se presenta en estado vegetativo y un 36% en latencia. y para la especie *Eulychnia acida* es de 91,4%.



## 8. ANEXO FOTOS



**Fotografía 1. Ejemplares individuo de *Cumulopuntia sphaerica* de vigor alto y estado sanitario bueno (sector 1)**



**Fotografía 2. Ejemplares individuo de *Austrocylindropuntia miquelii* de vigor medio y estado sanitario bueno (sector 1)**





**Fotografía 3. Ejemplares individuo de *Eulichnia acida* de vigor bajo y estado sanitario bueno (sector 1)**