

LABO RATORIO VE GETAL

A stylized yellow plant graphic on the right side of the page. It features a vertical stem with a horizontal branch at the top, a curved branch in the middle, and another horizontal branch at the bottom. There are three yellow leaves: one at the top, one on the middle branch, and one at the bottom. A small blue bird with a green beak and a white eye is perched on the middle branch.

INF-EYP-019

Informe Estado de Desarrollo

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Período: Invierno 2024

**“Cada hoja es un susurro del bosque,
cada estación un nuevo relato de la tierra.”
*Ralph Waldo Emerson***

El **Laboratorio Vegetal Las Salinas** avanza en su propósito de comprender cómo los ecosistemas nativos responden a los ritmos y desafíos propios de las ciudades. El ciclo de invierno 2024 marca un hito en la observación del matorral esclerófilo mediterráneo costero, un ecosistema resiliente que, a pesar de la baja disponibilidad de luz y temperaturas más frías, mantiene una vitalidad que lo distingue de otros sistemas vegetales. Este laboratorio no solo mide volúmenes y biodiversidad, sino que revela cómo cada estación imprime un sello único en la dinámica vegetal, transformando la composición del follaje, la densidad del paisaje y la manera en que la vegetación entrega servicios ecosistémicos a su entorno urbano.

Más allá de los números, el valor del laboratorio radica en su capacidad de traducir procesos ecológicos complejos en aprendizajes útiles para la planificación de ciudades más verdes y adaptadas al cambio climático. Cada parcela medida aporta información clave sobre cómo las especies nativas responden al invierno, un período que, aunque menos exuberante en términos de crecimiento, es fundamental para la regeneración y el equilibrio ecológico. Estos hallazgos refuerzan la importancia de incorporar vegetación nativa en el diseño urbano, no solo por su rol en la conservación de la biodiversidad, sino también por su aporte a la resiliencia frente a fenómenos como incendios forestales o variaciones extremas del clima.

De esta forma, el **Laboratorio Vegetal Las Salinas** se confirma como un espacio donde la ciencia, la gestión y la visión de futuro se entrelazan para impulsar un desarrollo urbano más sustentable.

Atentamente,
Equipo Las Salinas

INFORME INVIERNO 2024



El matorral esclerófilo mediterráneo costero y su vitalidad en invierno

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Autor: Salvador Donghi R.

Fotografía de portada: invierno 2024. Fotos S. Donghi.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. METODOLOGÍA.....	2
3.1. OBTENCIÓN DE ORTOMOSAICO DE ALTA RESOLUCIÓN	2
3.2. DETERMINAR LA FUNCIÓN $f(x)$ DEL DESARROLLO DE VOLUMEN VEGETAL	3
3.2.1. Medición del volumen Vegetal.....	3
3.2.2. $f(x)$ para el volumen vegetal desarrollado	3
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	4
5. CONCLUSIÓN	11
6. BIBLIOGRAFÍA.....	12
7. ANEXO METODOLÓGICO	16
7.1. OBTENCIÓN DEL ORTOMOSAICO DE ALTA PRECISIÓN	16
7.1.1 Materiales	16
7.1.2 Parametrización	16
7.1.3 Visualización por parcela del modelo tridimensional	16
7.2. INDICADOR DE CRECIMIENTO	17

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VALORES DE QZ Y VOLUMEN VEGETAL REGISTRADOS EN LOS DISTINTOS CONTROLES.	4
TABLA 2: EQUIPOS UTILIZADOS Y SUS RESPECTIVAS FUNCIONES.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: GRÁFICAS DE LA COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA VEGETAL DE CADA PARCELA DE MUESTREO EN EL LVLS.	6
FIGURA 2: GRÁFICO CON EL COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE QZ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.	7
FIGURA 3: GRÁFICO CON MODELO MULTIPLICATIVO QUE MEJOR EXPLICA LA RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE QZ Y EL TIEMPO.	9
FIGURA 4: GRÁFICO DE LA RIQUEZA VEGETAL (S) DEL LVLS REGISTRADA DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	9
FIGURA 5: GRÁFICO CON LA RIQUEZA VEGETAL (S) POR PARCELA CENSAL REGISTRADA DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.	10
FIGURA 6: MODELO 3D DE LA P-3, VISTA DESDE EL NORESTE AL SUROESTE	16

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1.....	3
ECUACIÓN 2.....	3
ECUACIÓN 3.....	8
ECUACIÓN 4.....	8
ECUACIÓN 5.....	17
ECUACIÓN 6.....	17

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las especies vegetales es un proceso dinámico que varía según múltiples factores tales como las estaciones del año, las condiciones climáticas y la interacción con su entorno. Entender este dinamismo en los contextos urbanos, donde las áreas verdes cumplen un rol fundamental en la mejora de la calidad de vida de los habitantes, se vuelve esencial. Las fluctuaciones estacionales en el crecimiento de las plantas no solo influyen en el volumen y la estructura de la vegetación, sino que también impactan directamente en aspectos estéticos y funcionales, como la proporción de la sombra y la percepción del paisaje.

Durante las estaciones de otoño e invierno, muchas especies experimentan desaceleraciones en su desarrollo, debido a la disminución de la temperatura y la reducción de la disponibilidad de luz, lo que puede llevar a una menor cobertura vegetal y cambios en la apariencia del follaje. Por otro lado, en primavera y verano, el crecimiento activo de algunas especies puede generar una mayor densidad de vegetación, aumentando la cantidad de sombra y alterando la estética de los espacios urbanos. Sin embargo, estos patrones estacionales están siendo alterados por el cambio climático (EPA, 2021), el cual modifica factores clave como la duración de las estaciones, la intensidad de las precipitaciones y las temperaturas promedio.

Este comportamiento estacional, influenciado ahora por condiciones climáticas en transformación, no solo afecta a la percepción visual de las áreas verdes, sino que también tiene implicancias en la gestión y planificación urbana, ya que la variabilidad en la cobertura vegetal, influye en la eficiencia de los espacios como reguladores térmicos y en la biodiversidad urbana.

Entre los diversos estudios realizados en el Laboratorio Vegetal Las Salinas, se encuentra el análisis del dinamismo de crecimiento de las diferentes especies vegetales nativas, presentes en las parcelas censales dentro del contexto urbano. Las mediciones periódicas llevadas a cabo en el LVLS permiten observar cómo los cambios estacionales afectan el volumen vegetal y, por consiguiente, la calidad y funcionalidad de estos espacios verdes en contextos urbanos. A través de la medición y evaluación de los volúmenes vegetales y la composición específica de las parcelas, se busca ofrecer una visión integral sobre los impactos del crecimiento estacional en el entorno urbano. Esta información es clave para orientar el desarrollo de estrategias de manejo y diseño de áreas verdes más sostenibles y adaptadas a las necesidades estéticas y funcionales de las comunidades.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Informar de la evolución estacional del laboratorio vegetal, mediante la aplicación de un índice de crecimiento.

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1 Determinar la función matemática que describe el desarrollo del volumen vegetal.
- 2.2.2 Determinar qué tipo de índice de biodiversidad expresa de mejor forma la mantención del número de especies que conforman el corte floral de la asociación vegetal bioclimática, en un contexto urbano.
- 2.2.3 Desarrollar un índice de crecimiento que integre el desarrollo del volumen vegetal y la biodiversidad.

3. METODOLOGÍA

3.1. Obtención de Ortomosaico de alta resolución

La información del área de estudio fue levantada el 24 de julio de 2024. La medición en terreno incluyó desde la instalación de puntos de control de terreno (GCP del inglés Ground Control Points), hasta la evaluación de las condiciones atmosféricas y de interferencia para determinar la modalidad final de vuelo.

La obtención del ortomosaico de alta resolución se realizó en base a la obtención de una nube de puntos densa, que reflejó las propiedades tridimensionales del área de estudio y que dio origen al modelo tridimensional. A partir de él se determinaron los volúmenes totales de cada parcela censal.

Esta metodología consideró la utilización de equipos y recursos informáticos que se especifican en la Tabla 2 del ANEXO METODOLÓGICO, sobre los cuales se ajustaron diferentes parámetros, acorde a las condiciones del terreno. Estos consistieron en: determinación de la altura del vuelo, solape frontal y lateral, dirección y velocidad del vuelo.

Los GCP, en tanto, fueron medidos con un GPS geodésico de alta precisión “Hemisphere S320”, de modo de minimizar el error de las coordenadas en la superficie levantada.

El vuelo efectuado generó 630 imágenes, las cuales fueron ingresadas al software Agisoft Metashape y validadas con los GCP. Así se obtuvo el ortomosaico y el Modelo Digital de Elevación (MDE), mediante el cual, se realizó el cálculo volumétrico de las especies vegetales con la técnica de fotointerpretación. la cual fue contrastada con las cartografías de las parcelas censales validadas por registros censales tomados en controles anteriores.

La precisión metodológica se presenta en el punto 7.1 “Obtención del Ortomosaico de Alta Precisión”.

3.2. Determinar la función $f(x)$ del desarrollo de volumen vegetal

3.2.1. Medición del volumen Vegetal

Se mantuvo el fundamento de que la vegetación ambientalmente activa, debe ser considerada en relación a la unidad de superficie de suelo que ocupa (cálculos determinados en el informe INF-EYP-004-ANEXO y fundamentos metodológicos desarrollados en el INF-EYP-006-ANEXO). De este modo, su fórmula fue:

$$q_z = \frac{m^3 P_i}{m^2 \text{ totales } P_c} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$m^3 P_i$ = m³ de cobertura vegetal total de cada parcela i descrita.

$m^2 \text{ totales } P_c$ = m² se superficie total de las parcelas censadas.

Para determinar la cantidad de vegetación ambientalmente activa por unidad de superficie de terreno ocupado por control realizado, se utilizó la siguiente fórmula:

3.2.2. $f(x)$ para el volumen vegetal desarrollado

$$\sum_{i=1}^n q_z = (q_z + q_{z+1} + q_{z+2} + \dots + q_n) \quad \text{Ecuación 2}$$

Mediante la obtención de los índices de correlación (R^2) para q_z por parcela censal, se determinó bajo qué función se encontraba el desarrollo vegetal en cada una.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen vegetal registrado en la medición del 24 de julio de 2024 fue de 229,0 m³. Esto representa un aumento del 10,56% del volumen y un 10,91% del índice de crecimiento qz, en comparación a la medición del control anterior (véase Tabla 1). Las parcelas que presentaron un mayor aumento en el volumen son P8, P4 y P6, las cuales ascendieron en 31,18; 7,62 y 6,44 m³, respectivamente. Por otra parte, las parcelas P5, P7, P10 y P3 disminuyeron su volumen vegetal en 10,70; 7,98; 6,06 y 1,85 m³, respectivamente.

Tabla 1. Valores de qz y volumen vegetal registrados en los distintos controles.

Periodo	Parcelas censadas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	TOTAL
	m ² totales / Parc.	41,89	40,68	41,46	40,56	41,03	42,35	42,00	44,79	42,47	377,23
oto-2019	Vol Veg (m ³)	0,97	1,76	0,66	1,07	1,05	0,98	0,91	0,96	0,89	9,25
	Qz	0,0026	0,0047	0,0017	0,0028	0,0028	0,0026	0,0024	0,0025	0,0024	0,02
inv-2019	Vol Veg (m ³)	4,75	8,65	5,33	5,95	5,85	5,84	6,26	3,13	4,60	50,36
	Qz	0,013	0,023	0,014	0,016	0,015	0,015	0,017	0,008	0,012	0,13
ver-2020	Vol Veg (m ³)	5,18	8,67	7,25	5,77	7,95	11,02	11,03	5,81	6,02	68,71
	qz	0,0137	0,0230	0,0192	0,0153	0,0211	0,0292	0,0293	0,0154	0,0160	0,18
oto-inv-2020	Vol Veg (m ³)	7,42	10,96	8,08	8,06	9,55	13,84	11,94	7,61	8,95	86,40
	qz	0,0197	0,0290	0,0214	0,0214	0,0253	0,0367	0,0316	0,0202	0,0237	0,23
pri-2020	Vol Veg (m ³)	7,89	14,00	10,35	9,29	10,44	14,34	9,82	6,95	7,50	90,59
	qz	0,0209	0,0371	0,0274	0,0246	0,0277	0,0380	0,0260	0,0184	0,0199	0,24
ver-2021	Vol Veg (m ³)	8,73	14,95	12,74	8,84	10,59	17,03	12,28	6,96	6,54	98,65
	qz	0,0231	0,0396	0,0338	0,0234	0,0281	0,0451	0,0326	0,0184	0,0173	0,26
oto-inv-2021	Vol Veg (m ³)	10,80	14,64	11,46	8,39	10,96	17,57	13,93	6,42	6,89	101,05
	qz	0,0286	0,0388	0,0304	0,0223	0,0291	0,0466	0,0369	0,0170	0,0183	0,27
ver-2022	Vol Veg (m ³)	12,14	12,41	12,48	9,81	12,17	18,10	18,47	5,91	9,32	110,82
	qz	0,0322	0,0329	0,0331	0,0260	0,0323	0,0480	0,0490	0,0157	0,0247	0,29
oto-2022	Vol Veg (m ³)	13,50	13,90	18,07	12,49	11,60	24,43	19,19	6,36	11,27	130,81
	qz	0,0358	0,0368	0,0479	0,0331	0,0307	0,0648	0,0509	0,0169	0,0299	0,35
oto-2023	Vol Veg (m ³)	14,21	15,40	20,56	10,35	14,84	27,31	19,32	8,96	9,95	140,90
	qz	0,0377	0,0408	0,0545	0,0274	0,0393	0,0724	0,0512	0,0238	0,0264	0,37
inv-2023	Vol Veg (m ³)	16,25	18,39	24,07	18,89	13,59	44,48	40,26	8,43	13,22	197,56
	qz	0,043	0,049	0,064	0,050	0,036	0,118	0,060	0,022	0,035	0,48
ver-2023	Vol Veg (m ³)	20,73	22,44	15,30	21,00	10,84	49,76	25,38	9,61	13,14	188,19
	qz	0,0550	0,0595	0,0406	0,0557	0,0287	0,1319	0,0673	0,0255	0,0348	0,50
oto-2024	Vol Veg (m ³)	26,15	20,39	21,99	23,33	15,21	50,84	18,09	13,79	17,33	207,11
	qz	0,0693	0,0541	0,0583	0,0618	0,0403	0,1348	0,0479	0,0365	0,0460	0,55
inv-2024	Vol Veg (m ³)	27,01	18,55	29,60	12,63	21,65	42,86	49,27	16,15	11,28	229,00
	qz	0,0716	0,0492	0,0785	0,0335	0,0574	0,1136	0,1306	0,0428	0,0299	0,61

Para visualizar la distribución relativa del volumen total entre las especies vegetales más representativas, se diseñaron gráficos (véase Figura 1) que muestran el porcentaje que cada especie aporta al volumen total de cada parcela. Estos gráficos comparten una leyenda uniforme, utilizando

los mismos colores para cada especie, para facilitar la comprensión de la composición vegetal y la identificación de las especies dominantes en cada área de estudio.

La parcela P8 registra el mayor volumen vegetal, con un total de 49,27 m³, lo cual se vio reflejado en su índice *qz* (véase Figura 2). Dentro de esta parcela, la especie más predominante es *Baccharis macraei*, que representa el 12% del volumen total de la cobertura vegetal. Le siguen *Lobelia excelsa* y *Schinus latifolius*, con una representatividad del 8% y 6%, respectivamente.

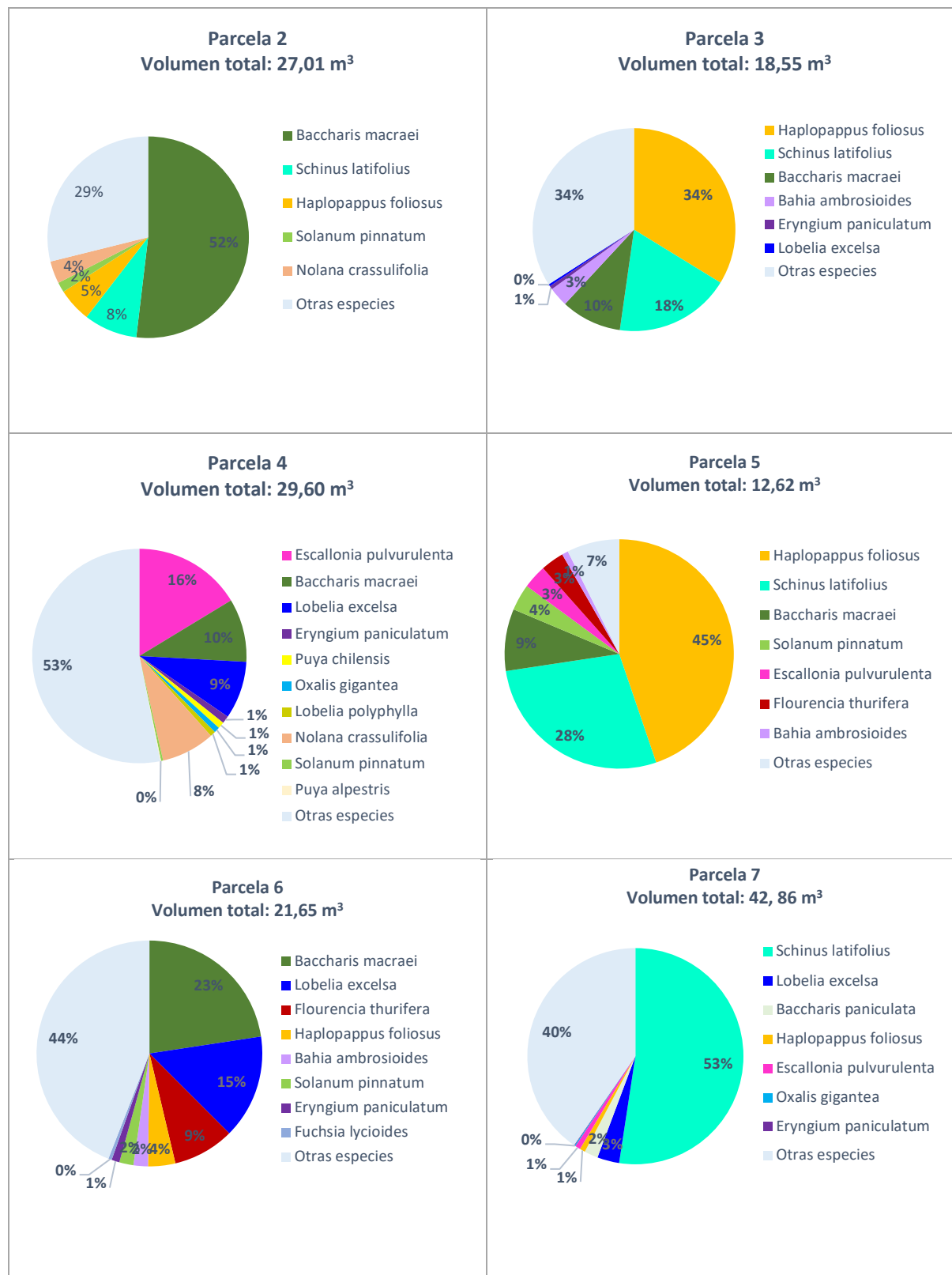
La parcela P7 registra el segundo mayor volumen vegetal, con un total de 42,86 m³ (véase Figura 2). En este caso, la especie dominante es *Schinus velutinus*, que aporta el 53% del volumen total. Le siguen *Lobelia excelsa* y *Baccharis paniculata*, con una representatividad del 3% y 2%, respectivamente.

El tercer mayor volumen vegetal lo registra la parcela P4, con un total de 29,60 m³ (véase Figura 2). En esta parcela la especie dominante es *Escallonia pulvurulenta*, que aporta el 16% del volumen vegetal total, seguida de *Baccharis macraei* y *Lobelia excelsa*, con una representatividad del 10% y 9%, respectivamente.

De manera análoga, la parcela P10 registra el menor desarrollo de volumen vegetal, con un total de 11,28 m³. Dentro de esta parcela la especie más predominante es *Baccharis macraei*, la cual aporta el 32% del volumen total. Le siguen *Haplopappus foliosus* y *Oxalis gigantea*, con una representatividad del 14% y 10% respectivamente.

Según el análisis realizado, se observa que, si bien la parcela P7 figura como la segunda parcela con mayor volumen vegetal total, también se encuentra entre las parcelas que experimentaron una mayor disminución de su volumen vegetal, respecto de la medición anterior. Esto puede explicarse si se considera que la especie dominante de esta parcela es *Schinus velutinus* (molle), un árbol nativo de hábito microfanerófito. El molle presenta variaciones en su crecimiento según las estaciones del año, especialmente entre otoño (medición anterior) e invierno (medición actual), cuando las temperaturas y la disponibilidad de luz disminuyen. Durante el otoño, su crecimiento comienza a desacelerarse, mientras que en el invierno se vuelve mínimo o incluso nulo. Aunque es una planta perennifolia que conserva sus hojas durante todo el año, su follaje puede experimentar variaciones en la densidad y aspecto debido a los factores ambientales y estacionales, lo que podría influir en las mediciones del modelo de elevación digital y reflejarse en los resultados observados.

Figura 1: Gráficas de la composición volumétrica vegetal de cada parcela de muestreo en el LVLS.



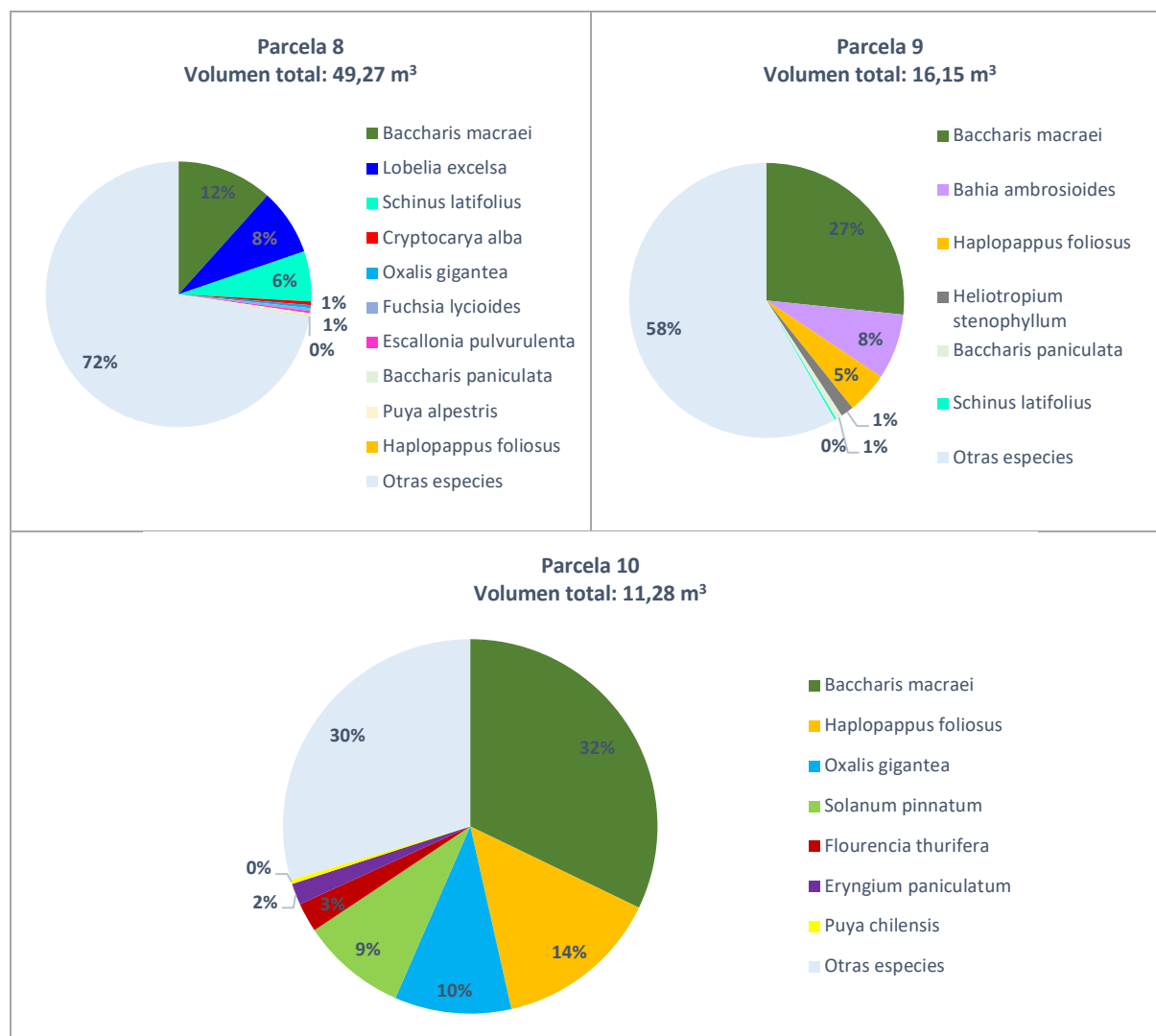
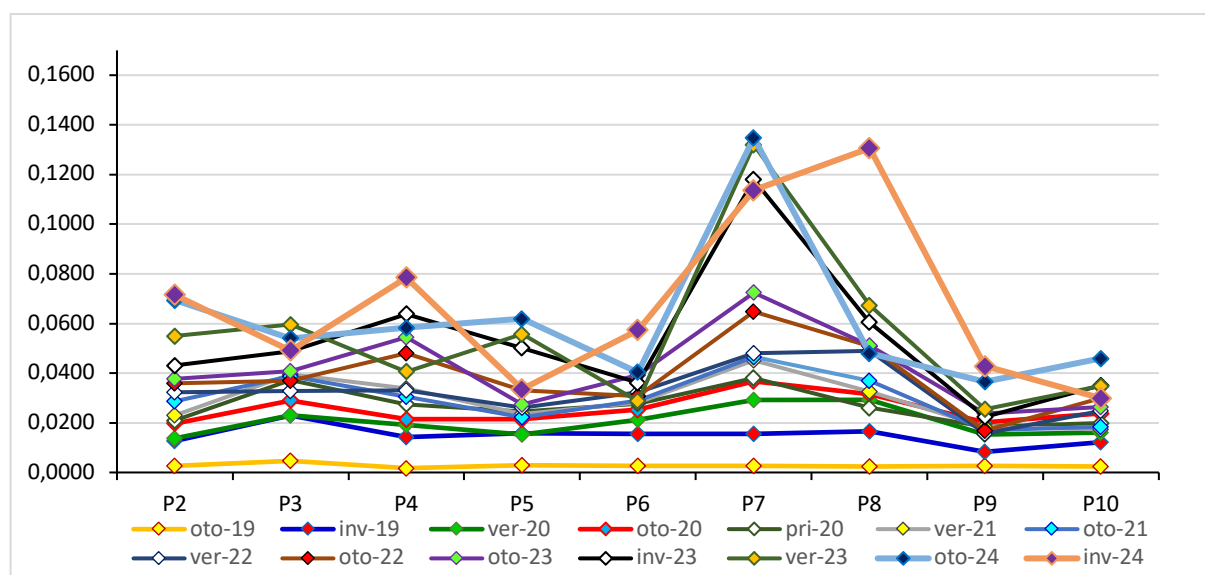


Figura 2: Gráfico con el comportamiento del índice qz durante los controles estacionales.



Se optó por ajustar el modelo que relaciona el comportamiento del índice qz en el tiempo (DÍAS TRANS). A diferencia del INF-EYP-18, se reemplazó la regresión simple del modo lineal, por un tipo de regresión de modo multiplicativo (véase Figura 3), representada matemáticamente a través de la Ecuación 3 y 4.

$$qz = e(-3,80687 + 0,403404 * \ln(DIAS_TRANS)) \quad \text{Ecuación 3}$$

$$\ln(qz) = -3,80687 + 0,403404 * \ln(DIAS_TRANS) \quad \text{Ecuación 4}$$

El estadígrafo R^2 para el modelo ajustado explica el 96,99% de la variabilidad en qz . Este estadígrafo es superior al obtenido por el modelo de regresión anterior, el cual explica sólo el 93,97% de variabilidad entre qz y el tiempo transcurrido (DÍAS TRANS). Lo anterior queda ratificado con el actual coeficiente de correlación y que alcanza un valor de 0,985. Esto indica una relación relativamente fuerte entre ambas variables.

El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,145672, un valor que también es menor al obtenido con el modelo lineal informado en INF-EYP-18. La Figura 3 muestra que todos los valores se encuentran dentro del intervalo de predicción (líneas rojas). El valor del error estándar se puede utilizar para construir límites de predicción para nuevas observaciones.

El análisis de Riqueza (S) muestra que el valor alcanzado durante este control estacional, es el más alto alcanzado (véase Figura 4). Este incremento es producto de la aparición estacional de *Oxalis pes-caprae*, *Gnaphalium viravira*, *Geranium submolle* y la mantención de la presencia de *Leucocoryne purpurea*. La P8 continúa siendo la parcela censal con el más alto valor S, seguida de P7 y P3 (véase Figura 5).

Con las nuevas mediciones efectuadas en este control, se logró encontrar una mejor relación entre la riqueza y tiempo. Es así como el modelo de “raíz recíproca” logró explicar el 45,23% de la variabilidad. Por otra parte, el p-value obtenido en el análisis de la varianza es inferior a 0,05, lo que refleja una relación estadísticamente significativa entre las variables S y DÍAS_TRANS.

Figura 3: Gráfico con modelo multiplicativo que mejor explica la relación entre el índice qz y el tiempo.

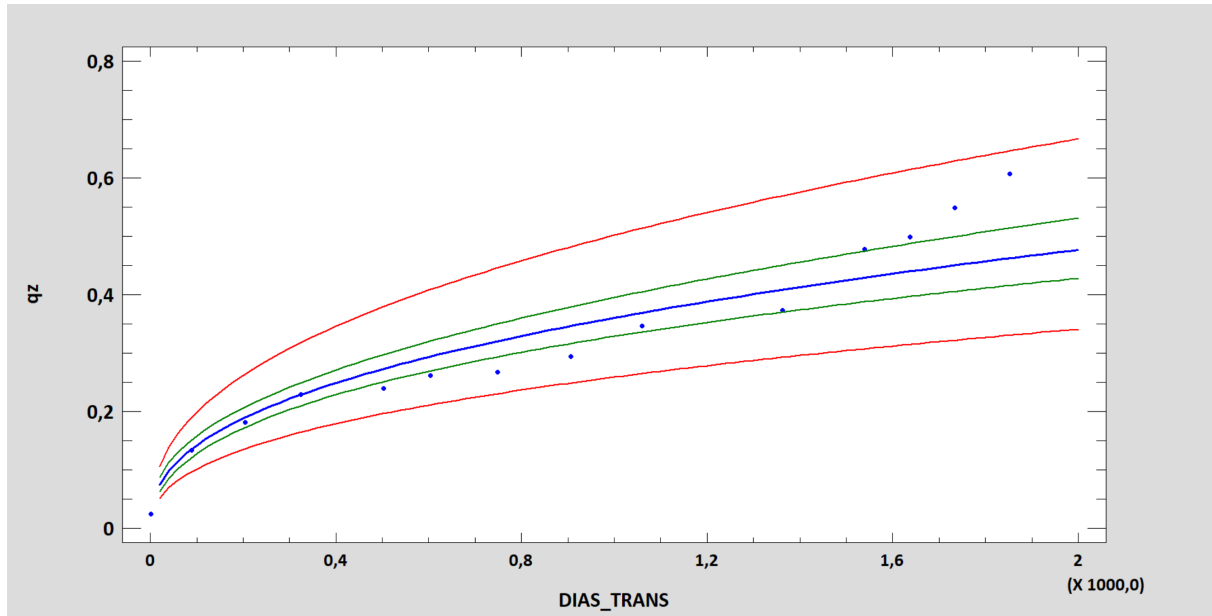
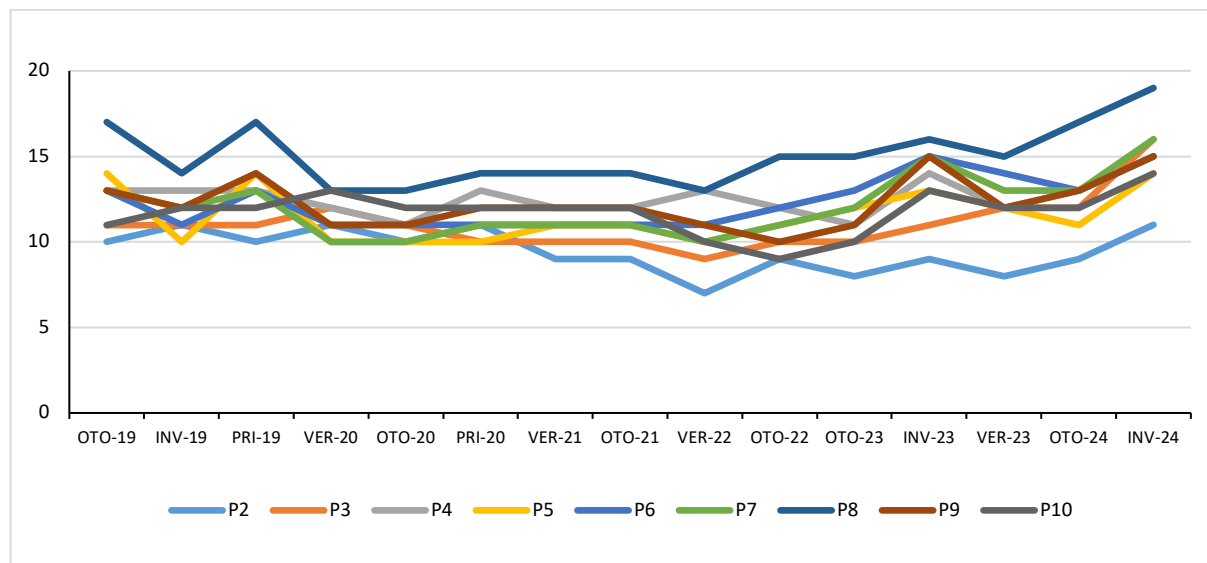


Figura 4: Gráfico de la Riqueza vegetal (S) del LVLS registrada durante los controles estacionales.



Figura 5: Gráfico con la Riqueza vegetal (S) por Parcela Censal registrada durante los controles estacionales.



5. CONCLUSIÓN

El informe de invierno 2024 del Laboratorio Vegetal Las Salinas muestra un progreso notable en el desarrollo de la cobertura vegetal y biodiversidad, consolidando el espacio como un modelo de integración ecológica en áreas urbanas. El volumen vegetal total alcanzó los 229 m³, representando un incremento del 10,56% respecto del período anterior. Este aumento refleja el éxito de las estrategias de manejo aplicadas, aunque la variabilidad entre parcelas destaca la importancia de considerar factores específicos, como las características estacionales de las especies predominantes.

Las parcelas P8, P4 y P6 presentaron los mayores aumentos en su volumen vegetal, con incrementos de 31,18 m³, 7,62 m³ y 6,44 m³, respectivamente. Por otro lado, las parcelas P5, P7, y P10 experimentaron disminuciones, con caídas de 10,70 m³, 7,98 m³ y 6,06 m³, respectivamente.

En cuanto a la composición de especies, se destaca que la parcela P8 registró el mayor volumen total (49,27 m³), con *Baccharis macraei* como especie predominante, representando el 12% del volumen total, seguida por *Lobelia excelsa* y *Schinus velutinus*, con una representatividad del 8% y 6%, respectivamente. La parcela P7 registró el segundo mayor volumen vegetal (42,86 m³), siendo *Schinus velutinus* la especie dominante, con un 53% de representatividad, mientras que *Lobelia excelsa* y *Baccharis paniculata* ocupan el segundo y tercer lugar con un 3% y 2% de representatividad, respectivamente. La parcela P4 presentó el tercer mayor volumen vegetal, con un total de 29,60 m³, siendo *Escallonia pulverulenta* la especie dominante, que aporta el 16% del volumen vegetal total, seguida de *Baccharis macraei* y *Lobelia excelsa*, con una representatividad del 10% y 9%, respectivamente.

Los datos continúan evidenciando una fuerte correlación entre las variables *qz* y *DÍAS TRANS*, las cuales se relacionan matemáticamente bajo un modelo “multiplicativo” (ecuaciones 2 y 3). Por lo tanto, se mantiene un crecimiento sostenido del LVLS, con una perspectiva de mayor provisión de servicios ecosistémicos. Se deben continuar con los esfuerzos para encontrar un tipo de relación entre el volumen desarrollado y la riqueza vegetal, considerando su variación anual causada por especies geófitas y teridofitas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Armesto, J. V. (1996). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria.
- Armesto, J. V. (1996). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria.
- Asemafor. (2020). *áreas protegidas en Chile*. Obtenido de <https://www.asemafor.cl/areas-protegidas-en-chile/>
- Bettini, V. (1997). *Elementos de ecología urbana*. Madrid: Editorial Trotta, S.A.
- Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystemservices in urban areas. *Ecological Economics*, 29(1), 293-301.
- C&H, & Donghi, S. (2018). *Informe estado de desarrollo e implementación de índice de crecimiento*. Viña del Mar: Inmobiliaria Las Salinas.
- Donghi, S. (2015). *Fundamentos para incorporar las áreas silvestres como espacios urbanos*. Viña del Mar.
- Donghi, S. (2016). *Revisión de la flora vascular propuesta en el proyecto "Plan Mejoramiento & Cultura Vegetal para la Calle Jorge Montt"*. Santiago: Las Salinas.
- Donghi, S. (2017). *Antecedentes científicos presentes en el Laboratorio Vegetal de Las Salinas*. Viña del Mar.
- Donghi, S. (2020 b). *Creando huertos de servicios silvestres*. Viña del Mar.
- Donghi, S. (2020). *Informe estado de desarrollo, Laboratorio Vegetal Las Salinas, período primavera 2020*. Viña del Mar.
- Donghi, S., Elórtogui, S., & Díaz, D. E. (2018). *Diagnóstico ambiental estratégico para un desarrollo sostenible. Comuna de La Ligua, Valparaíso*. La Ligua: Simbiosis Bio-consultora.
- Elortegui, S., & Novoa, P. (2009). *Orquídeas de la Región de Valparaíso*. Valparaíso: Taller La Era.
- EPA. (2021). *Seasonality and Climate Change: A Review of Observed Evidence in the United States*. U.S. Environmental Protection Agency, EPA 430-R-21-002.
- Ferreras, C., & Fidalgo, C. (1999). *Biogeografía y Edafogeografía. Síntesis*, Madrid.

- Flores-Xolocotzi, R., & González-Guillén, M. (2007). Consideraciones sociales en el diseño y planificación de parques urbanos. *Economía, Sociedad y Territorio*, VI (24), 913-951. Obtenido de <https://doi.org/10.22136/est002007242>
- Gerez, M., & Velásquez, I. (2008). La salud de las ciudades y sus ciudadanos. Informe SESPAS 2008. *Gaceta Sanitaria*, 22, 71-78.
- González, P. (2015). *LEVANTAMIENTO MEDIANTE GPS DE UNA RED DE PUNTOS ESTABLEZIDOS PARA CORRELACIONAR LOS DISTINTOS ESPACIOS DE LA UNIVERSIDAD EN EL MISMO SISTEMA DE COORDENADAS*. Cartagena.
- Hauenstein, E. (2012). *Wealth of Flora and Vegetation in the La Campana-Peñuelas Biosphere Reserve, Valparaíso Region, Chile, The Biosphere*. (D. N. Ishwaran, Ed.) Obtenido de <http://www.intechopen.com/books/the-biosphere/richness-of-flora-and-vegetation-of-thebiosphere->
- Heilmayr, R., Echeverría, C., Fuentes, R., & Lambin, E. (2016). A plantation-dominated forest transition in Chile. *Applied Geography*(75), 71-82.
- Hernández, J. (2000). *Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile.
- Hinojosa, L., Pérez, M. F., Rougier, D., Villagrán, C., & Armesto, J. J. (2015). Legados históricos de la vegetación de bosques en Chile. En V. M. Orlando, *Ciencias Ecológicas 1983-2013* (págs. 123-138). Santiago: Editorial Universitaria.
- Janzen, D. (1999). La sobrevivencia de las áreas silvestres de Costa Rica por medio de su jardinificación. *Tropical Journal of Environmental Sciences*, 16(1), 8-18. doi://dx.doi.org/10.15359/rca.16-1.1
- Lacoste, A., & Salanon, R. (1973). *Biogeografías*. Barcelona.
- Luebert, F., & Plischoff, P. (2017). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Luebert, F., García, N., & Schulz, N. (2007). Observaciones sobre la flora y vegetación de los alrededores de Tocopilla (22°S, Chile). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 56, 27-52.

- Madrid, A., & Teillier, S. (2021). Flora y vegetación de las dunas de la playa grande de Cartagena, una playa urbana en Chile Central. *Darwiniana*, 9(2), 342-363. doi:10.14522/darwiniana.2021.92.959
- Marticorena, C. y. (1985). Catálogo de la Flora Vascular de Chile. *Gayana Botánica*, 42(1-2), 1-157.
- Marticorena, C., Squeo, F., Arancio, G., & Muñoz, M. (2001). Catálogo de la Flora Vascular de la IV Región de Coquimbo. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo*, 105-142. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/266565709>
- MINVU, PNUD. (2021). *Poítica Nacional del Parques Urbanos*. Santiago.
- Miranda, M., Reyes, L., Mashini, D., Misleh, D., & Bettancourt, P. (2015). *Valorización de los vínculos urbanos, rurales y silvestres en la generación de instrumentos de planificación territorial integrada*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- MMA. (2016). *Conservando el patrimonio natural de Chile. El aporte de las áreas protegidas*. Santiago.
- Park, S.-H., & Mattson, R. H. (2009). Therapeutic Influences of Plants in Hospital Rooms on Surgical Recovery. *American Society for Horticultural Science*, 44(1), 102-105. doi:10.21273/HORTSCI.44.1.102
- Pla, L. (2006). Bioiversidad: Interferencia basada en el índice de Shannon y la Riqueza. *Interciencia*.
- Pliscoff, P., & Luebert, P. (2006). Una nueva propuesta de clasificación de la vegetación de Chile y su aplicación en la evaluación del estado de conservación de los sistemas terrestres. *Revista ambiente y desarrollo*, 22(1), 41-45.
- PNUMA. (2003). *Proyecto de Estadísticas e Indicadores Ambientales del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, documento preparado para la XIV Reunión del Foro de Ministros del Medio Ambiente de América Latina y el Caribe*. Panamá.
- PUCV, UPLA . (2015). *Informe final. Diagnóstico de sitios de alto valor para la conservación en la región de Valparaíso*. Valparaíso.
- Rivas Martínez, S. (2005). Avances en Geobotánica. *Discurso de apertura del Curso Académico de la Real Academia de Farmacia del año 2005*. Madrid.

- Squeo, F., Olivares, N., Olivares, S., Pollastri, A., Aguirre, E., Aravena, R., . . . Ehleringer, J. (1999). Grupos funcionales en arbustos desérticos del norte de Chile, definidos sobre la base de las fuentes de agua utilizadas. *Gayana Bot*, 56(1), 1-15.
- Teillier, S. (2005). *Nuestra Diversidad Biológica*. Santiago.
- Teillier, S., & Tomé, Á. (2004). Contribución al conocimiento de la flora vascular de la cuenca de la quebrada de San Ramón, región metropolitana, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 53, 17-36.
- Teillier, S., Figueroa, J., & Castro, S. (2010). Especies exóticas de la vertiente accidental de la cordillera de la Costa, Provincia de Valparaíso, Chile central. *Gayana Bot.*, 67(1), 27-43.
- Union Europea. (2010). *Una infraestructura verde. La vida silvestre necesita tener la posibilidad de existir fuera de las zonas protegidas*. Obtenido de https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/es.pdf
- Vergara, P. A. (2019). Infraestructura verde y azul: una mirada a las ciudades. *Institución Universitaria ESUMER*, 7(10), 1-18.
- White, P., & Walker, J. (1997). Approximating Nature's Variation: Selecting and Using Reference Information un Restoration Ecology. *Restoration Ecology*, 5(4), 338-349. doi:10.1046/j.1526-100X.1997.00547.x
- Wikum, D., & Shanholtzer G.F. (1978). Application of thr Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management*, 2, 323-329.

7. ANEXO METODOLÓGICO

7.1. Obtención del Ortomosaico de Alta Precisión

7.1.1 Materiales

En la Tabla 2 se especifican los equipos y recursos informáticos utilizados, al igual que las funciones que realizan.

Tabla 2: Equipos utilizados y sus respectivas funciones

EQUIPOS	FUNCIONES
Equipo – Software	Información levantada
Drone DJI Mavic Air	Obtención de imágenes aéreas
GPS “Hemisphere S320”	Toma de puntos georreferenciados
Software Agisoft Metashape Professional	Elaboración de ortomosaico (2.7 cm/píxel)
Puntos de Control de Terreno (GCP)	Referencia espacial (x, y, z)

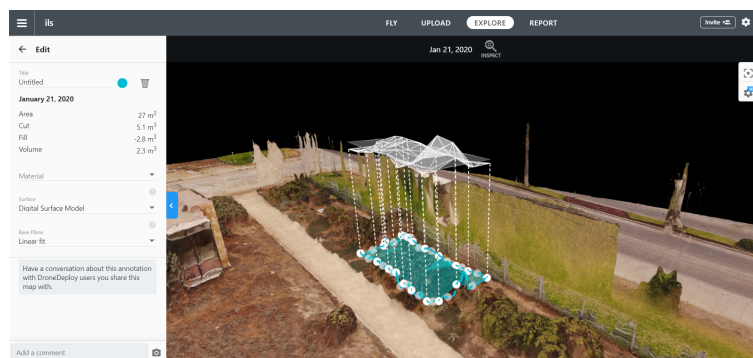
7.1.2 Parametrización

El área de vuelo se determinó en la aplicación y sitio web “Dronedeploy” donde se ajustaron diferentes parámetros acordes tanto a las condiciones del terreno como del detalle requerido en los productos.

7.1.3 Visualización por parcela del modelo tridimensional

Mediante el uso del software DronDeploy es posible generar un poliedro, el cual se genera previa demarcación del área para luego levantar cada uno de los puntos que lo conforman a partir de la nube de puntos generada.

Figura 6: Modelo 3D de la P-3, vista desde el noreste al suroeste



7.2. Indicador de crecimiento

En base a los cálculos determinados en el informe INF-EYP-004-ANEXO, como los fundamentos metodológicos desarrollados en el INF-EYP-006-ANEXO, donde se establece que el indicador de crecimiento debe considerar la cantidad de vegetación ambientalmente activa por unidad de superficie de terreno afectado. Por lo tanto, el indicador de crecimiento considera el volumen de cobertura alcanzado por cada parcela censada y la abundancia de especies (S) presentes según la siguiente ecuación:

$$q_z = \frac{m^3 P_i}{m^2 \text{ totales } P_c} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

$m^3 P_i$ = m^3 de cobertura vegetal total de cada parcela i descrita.

$m^2 \text{ totales } P_c$ = m^2 se superficie total de las parcelas censadas.

$$\sum_{i=1}^n q_z = (q_z + q_{z+1} + q_{z+2} + \dots + q_n) \quad \text{Ecuación 6}$$