Apéndice B
Estimación del Número de Individuos de *Metharme Lanata* en el Área de Compensación

RCA N°74/2018: Proyecto Quebrada Blanca, Fase 2

Teck

Estimación del Número de Individuos de *Metharme Lanata* en el Área de Compensación

1. INTRODUCCIÓN

Se describe a continuación la estimación del número de individuos de *Metharme lanata* presentes en el área de compensación, información desarrollada por Stantec.

El procedimiento de cálculo se basa en la información proveniente de 90 parcelas de muestreo de 5x5 m (25 m^2) distribuidas en el sector sur de ductos donde se propone el emplazamiento del área de compensación ambiental.

Para obtener una estimación conservadora del número de individuos de *Metharme lanata* en el área, se aplicó el siguiente estimador:

$$N_{AC\ min} = D_{Est} \times Ha \times f_{SML}$$

Donde:
$N_{AC\ min}$ = Número de individuos presentes en el área de compensación.

D_{Est} = Densidad estimada para el área.

Ha = Superficie en hectáreas del área de estimación.

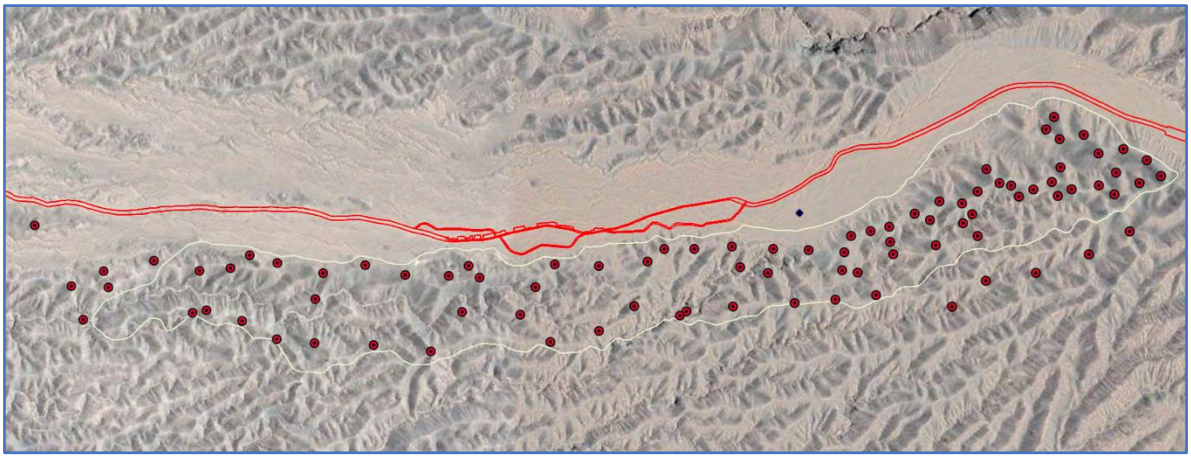
f_{SML} = La fracción de la superficie efectiva con presencia de la especie estimada a partir del muestreo. Esto significa considerar que la distribución de la especie en el área es parchosa, y aplicar un factor que reduce la superficie de potencial presencia.

2. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD

A partir de la información de las parcelas de muestreo (Figura 1, Tabla 2 – al final del texto) se realizó una estimación de la densidad media de individuos de Metharme lanata por medio del método de Montecarlo. Se optó por este método debido a que el análisis de la información de parcelas de terreno mostró un alto porcentaje de parcelas con valor cero (64%), y una distribución no normal de los datos.

El método de Montecarlo es un método probabilístico no determinístico, que se basa en muestreos aleatorios repetitivos de un parámetro.

Figura 1. Distribución de las 90 parcelas de muestreo en relación al área de compensación propuesta.



En este caso se usó la distribución de probabilidades de los valores de densidad obtenidos a partir de cada una de las parcelas de muestreo generada a través de la herramienta de análisis de datos de Excel (**Tabla 1**). Cada valor, corresponde al valor de frecuencia a partir de la cantidad de parcelas que presentan un valor determinado.

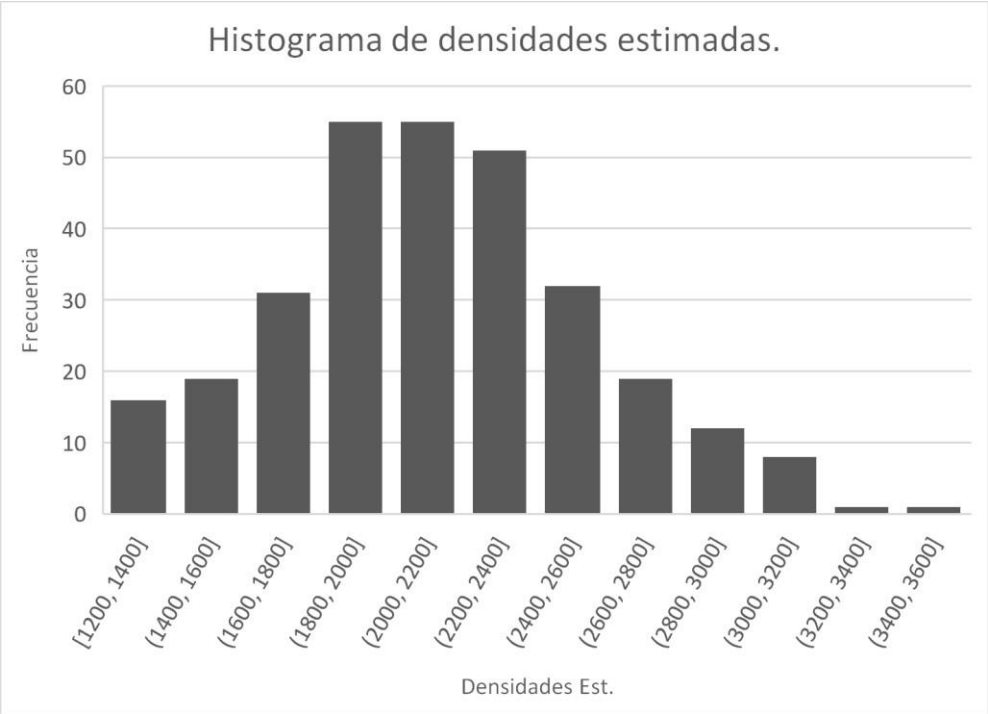
Tabla 1. Distribución de probabilidades de las densidades por parcela.

Distribución de densidades	
DENSIDAD OBSERVADA (N/ha)	**P(x)**
0	0,637
400	0,011
1500	0,078
3000	0,089
4500	0,022
6000	0,033
7500	0,011
9000	0,044
10500	0,022
12000	0,011
13500	0,011
14400	0,033

A partir de estos valores de probabilidad se generaron 300 muestreos aleatorios basados en 90 parcelas cada uno, para cada uno de los cuales se obtuvo una densidad media de *Metharme lanata* para el área (Tabla 3 – al final del texto).

Los 300 valores de densidad, correspondientes cada uno a conjuntos aleatorios de 90 parcelas se representan en la siguiente figura:

Figura 2. Histograma de densidades estimadas de Metharme lanata.



Fuente: Stantec, 2021.

Como resultado, se obtuvo la estimación de la media ponderada de todas las muestras (equivalente al promedio total considerando que todas las muestras tienen el mismo tamaño), con los siguientes valores:

Estimación	Valor
Media ponderada de la muestra	2.126
Desviación estándar (t Student)	441
Error estandar	25

Por lo tanto, se estima una densidad media para el área de **2.126 ind/ha.**

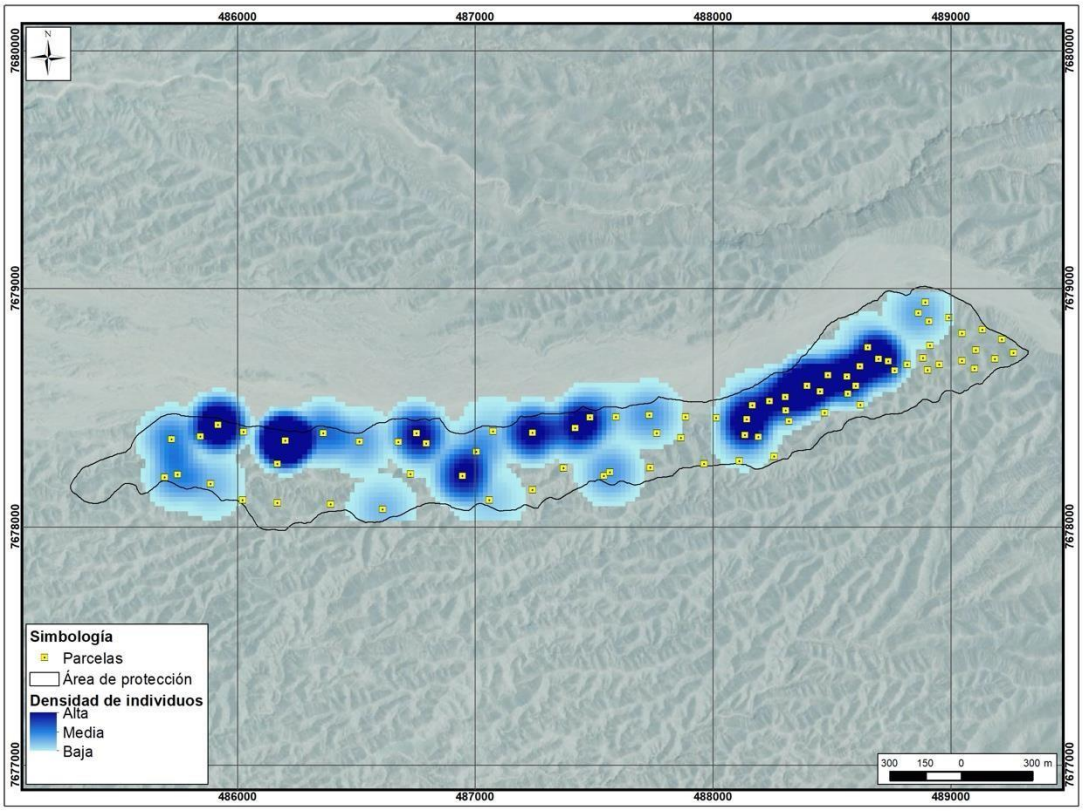
3.- SUPERFICIE DEL ÁREA DE ESTIMACIÓN

Con el propósito de establecer una estimación conservadora del número de individuos de *Metharme lanata* presentes en el área propuesta para conservación, se consideró aplicar la estimación solo a la sección del área que presenta mayor concentración de la especie.

Se analizó la distribución de las densidades observadas en el área, mediante la generación de un mapa de densidades como mapa de calor; y la representación de la especie en la superficie muestreada (90 parcelas de 25 m^2).

Para la visualización de la densidad de puntos, representativa de la distribución de la especie *Metharme lanata,* se utilizó la representación de entidades (parcelas de muestreo) mediante un mapa de densidad (mapas de calor o Heatmaps) basados en el algoritmo de Kernel. Este mapa de densidad permite mostrar la distribución de la densidad de la especie, y sus zonas de mayor o menor concentración, en base a los puntos de hallazgos, y se establece un área de búsqueda dentro de un área en torno a cada punto. La función estima un valor de densidad de 1 en la proximidad del punto y su valor va disminuyendo en la medida que se aleja hasta minimizarse en el límite de la búsqueda, en este caso se estableció como radio de búsqueda 150 metros lineales (**Figura 3**).

Figura 3. Representación cualitativa de las densidades en el área de protección.

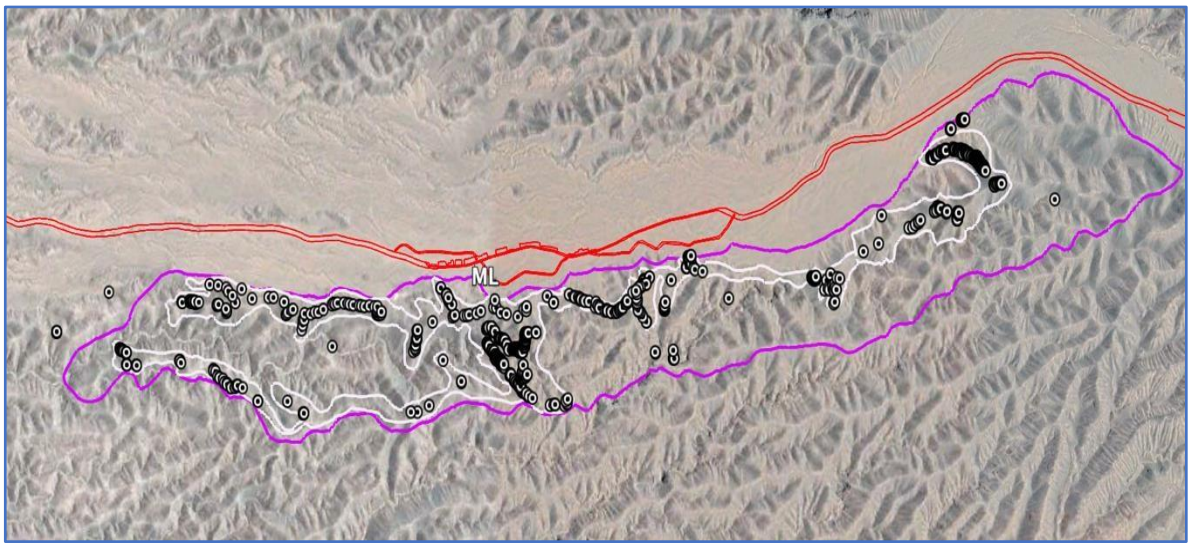


Fuente: Stantec, 2021.

El análisis sugiere una distribución parchosa de la especie en el área, lo que es consistente con el alto porcentaje de parcelas con valor cero de presencia.

Adicionalmente, durante los muestreos en terreno, se realizaron 1.658 registros no sistemáticos de *Metharme lanata* para determinar los sectores con mayor presencia de la especie (Figura 3).

Figura 4. Registros no sistemáticos de Metharme lanata en el área de compensación



Fuente: Stantec, 2021.

Con esta información se estableció un área mínima, dentro del área propuesta para compensación que abarca los sectores con mayor presencia de la especie (contorno blanco en figura anterior).

Como resultado, dentro del área de compensación propuesta se estima que la superficie de esta área de mayor concentración es de **37,47 ha.**

Se debe señalar que *Metharme lanata* se encuentra presente también fuera de esta área en densidades menores, por lo que la superficie con presencia de la especie no se restringe solo al área antes indicada.

4. FRACCIÓN DE LA SUPERFICIE EFECTIVA

La fracción de la superficie efectivamente ocupada por la especie se estimó a partir del porcentaje de la superficie muestreada con registros de la especie. Se observó un 36% de las parcelas de muestreo con presencia de la especie. Por lo que se aplicó este valor para estimar la fracción de presencia efectiva. Esto es **0,36.**

5. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE INDIVIDUOS

Por lo tanto, la estimación del número de Individuos de *Metharme lanata* en el área por medio del estimador:

$N_{AC\ min} = D_{Est} \times Ha \times f_{SML}$

Es de

$$N_{AC\ min} = 2.126 \times 37,47 \times 0,36$$

$$\mathbf{N_{AC\ min} = 28.678\ individuos}$$

En consecuencia, considerando solo la superficie con mayor presencia, y la densidad estimada de 2.126 ind/ha; se puede establecer conservadoramente la presencia de al menos 28.678 individuos de *Metharme lanata* en el área de compensación propuesta.

6. CONCLUSIÓN

Para el área de compensación se ha estimado la presencia de al menos 28.678 individuos de *Metharme lanata.* Se considera que esta es una estimación conservadora a la baja, debido a que:

i. El cálculo se realizó primero considerando un valor medio de densidad estimado para la totalidad de las parcelas de muestreo, y no solo las del área de mayor presencia registrada.
ii. La densidad estimada se aplicó solo al área de mayor presencia registrada.
iii. Al área de mayor presencia se le aplicó un ponderador de presencia equivalente al 36% de la superficie muestreada.

Los puntos ii y iii que ponderan la estimación a la baja, constituyen un doble ponderador a la baja, permitiendo aseverar que la cantidad estimada es conservadora.

Tabla 2. Ubicación de las parcelas de muestreo y número de individuos de Metharme lanata registrados.

PARCELA	CENTROIDE (UTM)		TIPO SUSTRATO	N° individuos observados	Densidad N/HA
	ESTE	NORTE			
PHS41	489158	7678531	Arenoso	0	0
PHS42	489016	7678448	Arenoso	0	0
PHS43	488831	7678379	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS44	488654	7678349	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS45	488534	7678254	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS46	488905	7678658	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS47	488767	7678655	Arenoso	0	0
PHS48	488602	7678591	Arenoso	0	0
PHS49	488452	7678569	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS50	488309	7678489	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS51	488193	7678376	Arenoso	0	0
PHS52	488622	7678512	Pedregoso	0	0
PHS53	488472	7678478	Pedregoso	0	0
PHS54	488321	7678444	Pedregoso	0	0
PHS55	488260	7678294	Pedregoso-Arenoso	0	0
PHS56	488113	7678276	Pedregoso-Arenoso	0	0
PHS57	487964	7678263	Pedregoso-Arenoso	0	0
PHS58	487867	7678372	Pedregoso-Arenoso	0	0
PHS59	487739	7678248	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS60	487544	7678212	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS61	487568	7678228	Pedregoso-Arenoso	10	4000
PHS62	487374	7678247	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS63	487243	7678154	Pedregoso-Arenoso	0	0
PHS64	487062	7678112	Arenoso-pedregoso	4	1600
PHS65	486949	7678212	Pedregoso-Arenoso	26	10400
PHS66	486730	7678220	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS67	486612	7678072	Arenoso-pedregoso	6	2400
PHS68	486394	7678093	Arenoso	0	0
PHS69	486169	7678099	Pedregoso-Arenoso	0	0
PHS70	486024	7678112	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS71	485889	7678179	Pedregoso-Arenoso	6	2400
PHS72	485750	7678218	Pedregoso-Arenoso	13	5200
PHS73	485696	7678208	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS74	485426	7658170	Arenoso-pedregoso	0	0
PHS75	485265	7678177	Pedregoso-Arenoso	0	0

PARCELA	CENTROIDE (UTM)		TIPO SUSTRATO	N° individuos observados	Densidad N/HA
	ESTE	NORTE			
PHS76	485080	7678537	Arenoso-pedregoso	0	0
PJLI61	489189	7678705	Arena	0	0
PJLI62	489109	7678742	Arena	0	0
PJLI63	489102	7678664	Arena	0	0
PJLI64	489049	7678696	Arena	0	0
PJLI65	488954	7678682	Arena	0	0
PJLI66	488916	7678761	Arena	0	0
PJLI67	488885	7678708	Arena	0	0
PJLI68	488819	7678681	Arena	0	0
PJLI69	488740	7678695	Arena	0	0
PJLI70	488699	7678704	Arena	36	14400
PJLP71	488654	7678754	Arenoso-pedregoso	8	3200
PJLP72	488621	7678673	Arenoso-pedregoso	0	0
PJLP73	488566	7678630	Arenoso-pedregoso	32	12800
PJLP74	488570	7678558	Arenoso-pedregoso	0	0
PJLP75	488486	7678637	Arenoso-pedregoso	10	4000
PJLP76	488398	7678592	Arenoso-pedregoso	48	19200
PJLP77	488306	7678544	Arenoso-pedregoso	27	10800
PJUPSP100	485921	7678428	Arenoso	46	18400
PJUPSP101	485845	7678378	Arenoso-Pedregoso	0	0
PJUPSP102	485724	7678367	Pedregoso-Arenoso	13	5200
PJUPSP103	485548	7678405	Arenoso-Pedregoso	17	6800
PJUPSP104	485351	7678364	Arenoso	0	0
PJUPSP105	485368	7678302	Arenoso	0	0
PJUPSP106	485223	7678306	Arenoso-Pedregoso	0	0
PJUPSP78	488239	7678528	Arenoso	5	2000
PJUPSP79	488168	7678510	Arenoso-Pedregoso	7	2800
PJUPSP80	488144	7678450	Arenoso	26	10400
PJUPSP81	488137	7678384	Arenoso-Pedregoso	11	4400
PJUPSP82	488015	7678457	Pedregoso-Arenoso	0	0
PJUPSP83	487886	7678461	Pedregoso	0	0
PJUPSP84	487765	7678393	Arenoso compacto	0	0
PJUPSP85	487734	7678469	Pedregoso	10	4000
PJUPSP86	487595	7678460	Arenoso-Pedregoso	2	800
PJUPSP87	487484	7678459	Pedregoso	16	6400
PJUPSP88	487422	7678413	Pedregoso	23	9200
PJUPSP89	487242	7678395	Pedregoso-Arenoso	30	12000
PJUPSP90	487078	7678400	Pedregoso-Arenoso	4	1600

PARCELA	CENTROIDE (UTM)		TIPO SUSTRATO	N° individuos observados	Densidad N/HA
	ESTE	NORTE			
PJUPSP91	487006	7678315	Arenoso	10	4000
PJUPSP92	486796	7678349	Pedregoso-Arenoso	7	2800
PJUPSP93	486680	7678355	Pedregoso-Arenoso	0	0
PJUPSP94	486755	7678393	Arenoso-Pedregoso	23	9200
PJUPSP95	486515	7678357	Arenoso-Pedregoso	9	3600
PJUPSP96	486363	7678393	Pedregoso-Arenoso	16	6400
PJUPSP97	486202	7678362	Arenoso-Pedregoso	74	29600
PJUPSP98	486170	7678263	Pedregoso	0	0
PJUPSP99	486027	7678399	Arenoso compacto	0	0
PSC1	489267	7678730	Pedregoso	0	0
PSC2	489218	7678787	Pedregoso-Arenoso	0	0
PSC3	489136	7678827	Pedregoso-Arenoso	0	0
PSC4	489049	7678811	-	0	0
PSC5	488996	7678878	Pedregoso-Arenoso	0	0
PSC6	488912	7678863	Pedregoso-Arenoso	0	0
PSC7	488896	7678943	Pedregoso-Arenoso	0	0
PSC8	488866	7678898	Arenoso-pedregoso	8	3200

Tabla 3. Valores de densidad generados mediante la simulación de Montecarlo.

Lista de valores de densidad de la muestra generados											
2001	3013	1841	1883	2456	2441	2034	2468	2251	1900	1978	1240
1603	2069	2127	2404	1637	2131	2410	2324	2314	1941	1947	2483
1943	2051	2186	1336	1227	1914	1297	2540	1431	2313	2340	2299
2570	2747	1903	1648	2231	1704	1583	3121	2431	2700	2141	3339
2220	1879	2343	2301	2664	2904	1674	1853	2693	2870	1959	2141
2196	2181	1981	1426	1812	2312	2640	1802	2161	2030	1843	2434
2149	2419	2443	3194	2763	1767	1869	2128	1464	2443	1856	1841
2206	1781	2553	1864	2593	1730	2554	1829	2129	1720	1881	2328
1789	2360	1913	2118	1548	2261	2257	1546	2050	2324	2156	2030
2368	1864	1787	2216	2039	2339	1876	1864	2133	1973	1810	2388
2096	2108	2594	1710	2766	2794	1900	1237	2727	2373	2461	2517
2066	1983	2627	2213	1973	1626	1443	2577	2254	2244	1337	2652
2544	2170	1557	2502	1742	2322	2184	2813	2571	1570	2508	2096
1277	2399	2143	2871	2124	2116	2053	2702	2833	2260	2741	2194
1890	3193	2573	2901	1717	2311	2124	2347	1297	1948	2388	1624
1643	2048	1321	2243	1714	2281	2100	2058	1426	3088	1911	2143
1657	2354	1474	1852	1674	1962	2434	2420	2237	1822	2809	2233
1591	1572	2007	1753	1979	2057	2169	1269	1901	2130	1381	2730
1960	1630	1679	2034	2123	2874	1697	3536	2804	2151	2373	1896
2144	2480	3161	1821	2910	2283	2547	3140	2556	1264	1906	1974
1460	2063	2384	1847	2098	2391	1269	2388	1772	2673	2607	1421
2391	1960	1930	1944	2243	2790	1731	1720	2383	2290	2002	1200
2200	1760	1223	2071	1793	2827	1831	2678	2239	2244	2312	1913
1546	1841	2129	2072	2393	1550	2193	2364	2256	1868	1957	1977
2544	1828	1688	3040	2662	2581	1298	1577	2963	1780	1592	2054

Nota: Cada valor corresponde a la estimación promedio de 90 parcelas aleatorias.