

INFORME

RELEVAMIENTO del ARBOLADO del ÁREA de TRAZA PROYECTO de AMPLIACIÓN de la AUTOPISTA DR. RICARDO BALBÍN en el PARQUE GOBERNADOR MARTÍN RODRÍGUEZ, ENSENADA.



Universidad Nacional de La Plata

Unidad Ejecutora:

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Autores

**Sebastián Galarco
Diego Ramilo
Alfonso Rodríguez Vagaría**

Agosto 2022

1. Índice

1. Índice	2
2. Resumen ejecutivo	4
3. Introducción	4
4. Caracterización del medio físico de la zona de estudio	5
4.1. Clima	6
4.2 Geomorfología	6
4.3 Suelos	6
4.4 Descripción de la forestación en la zona de afectación de la obra.....	6
4.5 Descripción de las especies forestales presentes.....	7
5. Metodología del trabajo realizado.....	10
5.1. Visita exploratoria al sitio objetivo del estudio	10
5.2. Análisis de información de base y diseño del relevamiento	10
5.3 Subdivisión del predio y rodalización preliminar.....	10
5.4. Zonificación definitiva	10
5.5. Sistema de Información Geográfica. Confección de la base de datos SIG	13
6. Trabajo de Campo	14
6.1 Relevamiento en el terreno	14
6.2 Análisis en gabinete	15
6.2.1 Caracterización dasométrica de la masa forestal del área proyecto	15
6.2.2 Estimación del CO ₂ en biomasa forestal en el área proyecto	16
7. Resultados.....	17
7.1 Resultados del relevamiento dasométrico.....	17
7.2 Resultados de la cuantificación de CO ₂ de biomasa forestal	18
8. Propuestas de medidas de mitigación	20
8.1. Forestación Compensatoria	20
8.2 Contenidos mínimos del Plan de mitigación por Forestación Compensatoria.....	22
8.2.1 Plan de desmonte.....	22
8.2.2 Plan de Forestación.....	22
8.3. Plan de Aprovechamiento y Utilización racional de la madera proveniente del desmonte	23
9. Referencias.....	24
10. Anexo Forestación Compensatoria.....	25

10.1 Cantidad de plantas extraídas y a compensar	25
Individuos a extraer por desmonte	25
Individuos a plantar en el marco de la Forestación Compensatoria	25
10.2 Sectores a forestar sugeridos	25
a. Margen norte del canal que separa el Parque Gobernador Martín Rodríguez de Villa Catela:	26
b. Macizo sector norte del Camino Rivadavia.....	27
c. Parquización de la traza del área proyecto	27
d. Enriquecimiento del arbolado urbano del Municipio de Ensenada	28

2. Resumen ejecutivo

Se realizó un estudio cuali-cuantitativo de la vegetación arbórea del área de traza del Proyecto de ampliación de la Autopista Dr. Ricardo Balbín en el Parque Gobernador Martín Rodríguez del partido de Ensenada. De las 18,83 hectáreas (ha) del área estudiada, 12,76 ha están ocupadas por una forestación de eucalipto y fresno realizada por el hombre; 3,32 ha son pastizales y 2,75 ha corresponden al área desmontada con maquinaria pesada en los últimos años.

Dentro del área analizada se cuantificó la existencia de 5.681 árboles adultos en pie (diámetro mayor a 10cm), 6.070 renovales (diámetro de 5 a 10cm) y 733 tocones de árboles que fueron removidos durante tareas de desmonte.

Considerando el estado sanitario de los árboles en pie, más del 80% están sanos, aun cuando han alcanzado un estado de madurez avanzado.

El volumen estimado de madera total en pie es de 3.708 m³. El volumen total de madera correspondiente a los árboles removidos en el área desmontada se estima en 596 m³.

Considerando las áreas de árboles en pie y los árboles removidos en la superficie desmontada, la remoción total de CO₂ fijo en biomasa forestal se estima en 9.624 toneladas o Mg (mega gramos).

Como medidas de mitigación de desmonte del área proyecto, se sugieren: la realización de una forestación compensatoria acordada entre los actores involucrados y la utilización racional e integral de la madera resultante del desmonte.

3. Introducción

El presente informe es el resultado de un pedido realizado a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales por parte de la Asesoría Letrada de la presidencia de la Universidad Nacional de la Plata. La finalidad general fue realizar un diagnóstico del estado actual de la forestación involucrada en el proyecto de ampliación de la Autopista Dr. Ricardo Balbín que atraviesa el Parque Gobernador Martín Rodríguez en Ensenada, y proponer medidas de mitigación ante la potencial remoción de la vegetación dentro de la superficie afectada por la traza de la obra.

4. Caracterización del medio físico de la zona de estudio

El área de estudio ocupa el límite sudoeste del Parque Gobernador Martín Rodríguez de la Ciudad de Ensenada, Provincia de Buenos Aires (Imagen 1). De acuerdo al historial de imágenes satelitales examinadas, la superficie forestal total del parque hasta que se iniciaron los trabajos de desmonte era de 184 hectáreas (ha).



Imagen 1. Vista aérea general del predio

El área de la traza proyecto involucra una superficie aproximada de 18,8 ha, de las cuales el 67,8 % se encuentra cubierto por forestaciones de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) y Fresno (*Fraxinus pennsylvanica*).

Los árboles actualmente en pie y que formaban parte de las plantaciones originales poseen edades que superan los 60 años. Dichas plantaciones originales fueron realizadas en forma de macizo y la fisonomía que hoy presentan es el producto de fallas en la plantación original, procesos de mortalidad natural con la edad, tala de árboles individuales efectuadas en el pasado y la dinámica propia de una plantación sin manejo silvicultural.

La superficie restante del área proyecto carece de cobertura arbórea, abarca aproximadamente el 32,2 % restante, involucra superficies de pastizales, porciones de terreno donde no prosperó la forestación y superficies de desmonte de los últimos años, y se encuentra ocupada por pastizales naturales profusamente pastoreados por equinos

presentes en el lugar, por malezas emergiendo sobre el suelo disturbado por desmontes y por renovales de fresno.

4.1. Clima

La región se caracteriza por un clima templado-húmedo con precipitaciones medias que no superan los 1.000 mm/año y una temperatura media anual de 15,7 °C. Los vientos sobre el Río de la Plata en general son leves y la intensidad promedio anual es muy uniforme, elevándose a cerca de 5 m/s en la costa. Los vientos más intensos en la región son del sector Sur (SE, S y SW) y los más débiles del NW con predominio de vientos hacia la costa (E, SE y NE) en primavera-verano y frecuencias de viento similares en todas las direcciones en otoño-invierno (Martínez, 2018).

4.2 Geomorfología

Desde el punto de vista de la geomorfología regional, el Partido de Ensenada se ubica dentro de la Llanura costera del Río de La Plata (Fidalgo y Martínez, 1983, Cavallotto 1995), franja de hasta 9km de ancho que desarrolla paralela al estuario del Rio de la Plata, entre este y la Llanura Continental de sedimentos loessicos. Presenta un relieve plano a plano cóncavo de muy baja pendiente (0,003%) y pobremente drenado (denominada llanura baja o de fango), cuya vegetación natural es de pastizales hidrófilos y halófitos con intercalaciones de áreas aún más deprimidas, donde se desarrollan bañados generalmente cubiertos con pajonales.

El área del proyecto se ubica dentro de la transición entre la llanura baja o de fango y las zonas de bañados.

4.3 Suelos

Los suelos predominantes en la planicie costera del Río de La Plata son vertisoles hidromórficos. Los suelos de la llanura baja son ricos en arcilla y desarrollaron en un ambiente de humedad costero del rio de La Plata, con una alta saturación de los horizontes al estar afectados por anegamientos frecuentes de origen pluvial y capa freática alta, a profundidad general de 0,8 y 1m., lo que determina rasgos de reducción del suelo por deficiencia de oxígeno. Las condiciones hídricas sumadas a la topografía plano-cóncava y la vegetación, generan un sistema con marcados procesos hidromórficos que afectan tanto a vertisoles como a otros suelos de la planicie costera del río.

4.4 Descripción de la forestación en la zona de afectación de la obra

Se trata de una forestación implantada por el hombre a partir de especies exóticas (Foto 1 y 2).

Debido a las características del sitio en cuanto a las cualidades del suelo y el drenaje, asociado también a la falta de manejo que ha tenido la plantación de Parque, se verifica un alto grado de inestabilidad estructural de los árboles en términos de anclaje y riesgo de

vuelco por acción del viento. Se observa un estancamiento del crecimiento de la forestación, con un deterioro en las partes superiores de los árboles, apreciándose una elevada frecuencia de mortalidad apical de las copas de los eucaliptos en particular. Este fenómeno habitualmente se observa en plantaciones forestales sobre maduras, cuyos árboles han alcanzado su máximo de altura e ingresan en una etapa de decrecimiento o desmoronamiento en su evolución natural con la edad. Es decir, si se utiliza como parámetro la capacidad de fijación de CO₂, una plantación en este estado se encuentra en una fase de mínima capacidad de secuestro o fijación por la pérdida de vigor de crecimiento, lo que, a su vez, vuelve a los individuos más susceptibles a la afectación por plagas y/o enfermedades.

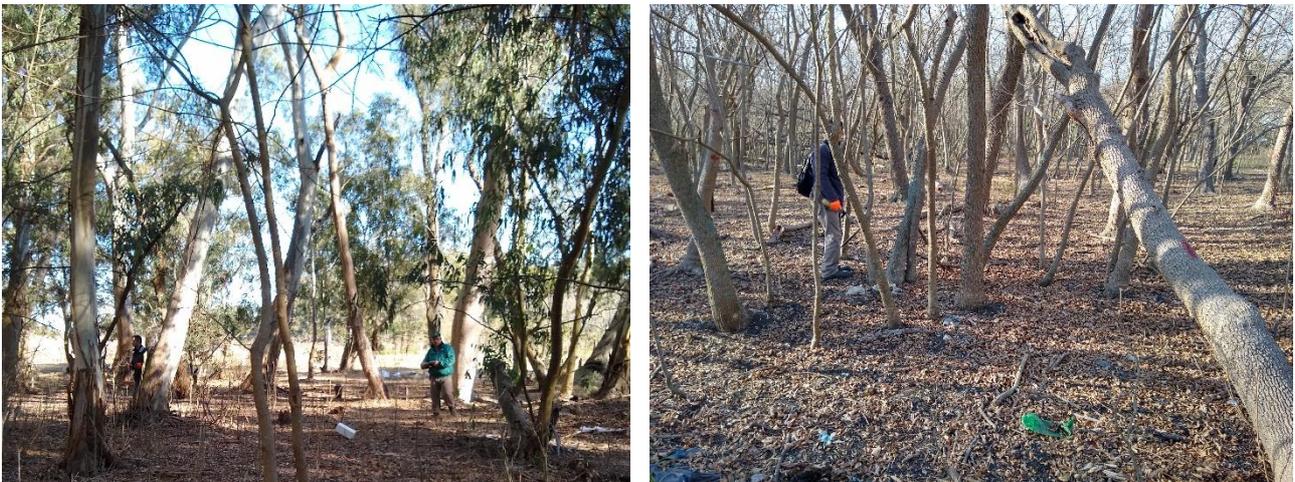


Foto 1 y 2. Vista general de: sector con eucaliptos (izq.); sector con fresno (der.)

En numerosas especies del género *Eucalyptus spp.* es factible una revitalización de la forestación mediante corta de los ejes principales y podas, debido a su gran capacidad de rebrotar a partir de cepas.

Por otro lado, existe un gran número de renovales del fresno, instalados bajo la forestación original de la misma especie y bajo el dosel de eucaliptos donde la luz y el espaciamiento lo han permitido. Cabe aclarar que la mayor proporción de los renovales encontrados bajo la forestación se encuentran oprimidos por el estrato superior, a la espera de condiciones que le permitan desarrollarse. Es importante remarcar también que no todos los renovales existentes alcanzarán la etapa de madurez; estos estarán sujetos a procesos de mortalidad natural por la competencia entre plantas y por las condiciones limitantes del sitio que fueron descritas en los apartados 4.2 y 4.3. En consecuencia, solo una fracción de los renovales actuales lograrían potencialmente transformarse en árboles adultos con el paso del tiempo.

4.5 Descripción de las especies forestales presentes

a. Nombre vulgar: Fresno americano.

Nombre científico: *Fraxinus pennsylvanica* Marsh.

Es una especie exótica que tiene su área natural de origen en la región oriental de Estados Unidos y Canadá. Su cultivo se ha difundido en toda el área de influencia del Río de la Plata por las características ambientales similares a su tierra de origen. Es cultivado también en diversas regiones de Argentina, en particular en zonas rurales de provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Mendoza y Entre Ríos.

Descripción: árboles caducifolios, de hasta 20 m de altura, generalmente dioicos; hojas opuestas y decusadas, compuestas, imparipinnadas, con 7-9 folíolos

En Argentina se cultiva principalmente como ornamental y para uso en bosques urbanos y periurbanos. Es muy indicado para ser utilizado en parques y paseos públicos y en el arbolado de calles. Su follaje verde lustroso que torna a amarillo intenso en otoño, le confiere marcados valores decorativos, además de brindar una sombra buena y fresca. Son árboles muy resistentes a la polución ambiental y de muy buena sanidad.

Es una especie rústica, que crece en variadas condiciones climáticas y edáficas. Es muy resistente al frío y a las heladas. Prefiere suelos fértiles, frescos y algo húmedos. Es de crecimiento relativamente rápido.

Uso industrial de la madera: para muebles, enchapados, en carpintería, construcciones, para artículos deportivos, mangos de herramientas; también como leña.

b. Nombre vulgar: Eucalipto colorado.

Bajo esta denominación se agrupa a dos especies diferentes (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus tereticornis*) que fueron identificadas en el área de estudio y cuyos individuos se encuentran entremezclados en la masa forestal. Por su alta afinidad, similitud morfológica, y por la existencia de híbridos entre ambas especies de donde los viveros colectaban semilla en el pasado, las 2 especies eran producidas y destinadas a forestación como una sola entidad, dando origen a forestaciones de “eucalipto colorado” que eran mezclas que incluían individuos de ambas especies e híbridos entre ellas.

b1. Nombre científico: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh es sinónimo de *Eucalyptus rostrata* Schlecht;

Se trata de una especie exótica, es un árbol de 20 a 50 m de altura y originario de Australia. Descripción: tiene un tronco liso de color gris o marrón claro, que muestra un aspecto manchado ocasionado por los numerosos fragmentos de corteza que se caen. Presenta maderas de color rojo a pardo rojizo en el duramen. Se trata de madera pesadas y dura, relativamente fácil de trabajar y pulir.

Entre los usos a los que puede destinarse la madera de *Eucalyptus camaldulensis* destacan: tableros de fibra, paneles aglomerados, postes impregnados, partes de equipos y máquinas, escaleras fijas en interiores, carpintería rural, construcciones rurales, marcos para aberturas, marcos para puertas exteriores y ventanas, parquet, pisos, chapas, esqueletos de techos, pisos a la intemperie, leña y carbón de calidad por su alto poder calorífico.

b2. Nombre científico: *Eucalyptus tereticornis* Smith

Comparte los mismos atributos generales de *Eucalyptus camaldulensis*, diferenciándose de aquel en características de su fruto, en la distribución geográfica en su área de origen, en el requerimiento de suelos mejor drenados y fértiles y en una superior rectitud de fuste.

Las propiedades de la madera, su uso y aplicaciones industriales son las mismas que las de *E. camaldulensis*.

5. Metodología del trabajo realizado

5.1. Visita exploratoria al sitio objetivo del estudio

Realizada sobre finales de junio del corriente año, en compañía de referentes del Municipio de Ensenada, se efectuó una recorrida exhaustiva del área objeto del presente estudio.

5.2. Análisis de información de base y diseño del relevamiento

Se recabó toda la información gráfica y descriptiva del proyecto disponible entre los diferentes actores involucrados.

En una primera etapa se hizo un relevamiento del predio con el objeto de identificar áreas de plantación, áreas de pastizales, los límites de cada una de ellas y del predio en su conjunto. En esta actividad de campo se registraron puntos geográficos de todas las unidades y límites antes mencionados utilizando un receptor de Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Mediante el empleo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y una imagen satelital georreferenciada se ubicaron todas las áreas de interés. Esto permitió generar una cartografía de base en la cual se volcó la información de utilidad para el estudio detallado del predio, para la sectorización de los tipos de vegetación existentes en el área del proyecto y posteriormente para su utilización como herramienta de trabajo.

Se logró una primera diferenciación de estratos o sectores a partir de las características de la masa forestal examinada durante el proceso de relevamiento a campo (relevamiento por parcelas de muestreo y/o relevamiento individual).

5.3 Subdivisión del predio y rodalización preliminar

Los rodales constituyen áreas de la plantación homogéneas por alguna característica de interés a los fines del manejo. Generalmente los parámetros estructurales tales como composición de especies, edad, densidad, área basal o criterios administrativos tales como caminos, alambrados, etc., son utilizados como elementos discriminantes entre rodales. La rodalización del área de estudio se definió sobre una imagen satelital en función de límites de la plantación tales como: especies, área involucrada en el proyecto de la obra, canales, caminos, discontinuidades de la masa por mortalidad o por trabajos de desmonte.

5.4. Zonificación definitiva

En base a las especies observadas en las parcelas en los diferentes rodales de cada estrato/sector y mediante la utilización de imágenes satelitales, se pudieron distinguir 7 unidades de vegetación (UV) arbórea diferentes, además de 2 unidades correspondientes a un área sin vegetación arbórea y un área desmontada con suelo mayormente expuesto (superficie con vegetación desmontada) (Imagen 2 y Tabla 1).



Sectorización tipos forestales sobre imagen satelital. Relevamiento de arbolado del área de traza proyecto ampliación autopista Dr. Ricardo Balbín en Parque Gobernador Martín Rodríguez, Ensenada.

SECTORES

- 0- Sin vegetación arborea
- 1- Eucalipto+Fresno (Sector Cno Vergara)
- 2- Eucalipto puro
- 3- Fresno margen del canal (Sector Villa Catela)
- 4- Fresno margen del canal parche separado
- 5- Fresno Sector Cno Rivadavia
- 6- Fresno Sector central
- 7- Eucalipto Sector central
- 8- Area desmontada



Imagen 2. Definición de sectores por tipos forestales sobre imagen satelital

Tabla 1. Superficies por unidad de vegetación

ID_Vegetación	Descripción	Sup. (m2)	Sup. (ha)
0	Sin vegetación arbórea	33.228,0	3,323
1	Eucalipto + Fresno (sector Camino Vergara)	15.570,7	1,557
2	Eucalipto puro	44.592,2	4,459
3	Fresno sobre margen del canal (sector Villa Catela)	20.447,1	2,045
4	Fresno sobre margen del canal parche separado	1.021,6	0,102
5	Fresno sobre sector Camino Rivadavia	34.585,7	3,459
6	Fresno sector central de la traza	8.369,5	0,837
7	Eucalipto sector central	3.019,1	0,302
8	Área desmontada	27.502,0	2,750
Total	Sup. total de área de obra	188.335,9	18,834

En la Tabla 2 se detallan las características más relevantes de cada unidad de vegetación.

Tabla 2. Características de las unidades de vegetación

ID	Unidad	Características
0	Sin vegetación arbórea	Corresponde a zonas del predio donde no existe vegetación arbórea, ya sea porque originalmente no se plantó en ese sector o no prosperó allí la forestación. Se verifica presencia de pastizal natural.
1	Eucalipto + Fresno (sector Camino Vergara)	Sector que involucra una zona que limita entre el Camino Vergara y el canal de drenaje. Se compone de una forestación original de eucalipto madura a sobre madura, con una proporción de fresnos que crecieron o bien bajo el dosel de eucaliptos o en los espacios donde los mismos no prosperaron, se volcaron por acción del viento o fueron cortados en aprovechamientos anteriores.
2	Eucalipto puro	Sector donde predominan ampliamente los eucaliptos en cantidad y tamaño de individuos. Existe una proporción de regeneración instalada de fresnos, no obstante es una forestación madura a sobre madura de eucalipto.
3	Fresno sobre margen del canal (sector Villa Catela)	Sector de fresno puro, donde se verifica una muy alta ocupación por hectárea, en general predominan individuos de diámetros medianos a pequeños.
4	Fresno sobre margen del canal parche separado	Sector generado por la fractura del sector 3 debido al desmonte. Sector de fresno puro, donde se verifica una muy alta ocupación por hectárea, en general predominan individuos de diámetros medianos a pequeños.
5	Fresno sobre sector Camino Rivadavia	Sector de fresno puro, donde se verifica una muy alta ocupación por hectárea, en general predominan individuos de diámetros medianos.
6	Fresno sector central de la traza	Sector de fresno puro, donde se verifica una ocupación por hectárea moderada, en general predominan individuos de diámetros medianos.
7	Eucalipto sector central	Sector central en la proyección de la traza donde se verifica una baja ocupación de árboles, ya sea porque no prosperaron originalmente o fueron anteriormente cosechados.
8	Área desmontada	Corresponde al sector central de la traza, en el sentido de la extensión de la misma, comenzando en el zanjón que limita con el Camino Rivadavia, donde se verifica evidencia del trabajo de maquinaria pesada, por la existencia de tocones arrancados y gran proporción de troncos amontonados en escolleras sobre los laterales del área despejada.

Como primer resultado de la observación general de la masa forestal se planificó la realización de un inventario con el fin de determinar las características estructurales de la misma.

5.5. Sistema de Información Geográfica. Confección de la base de datos SIG

Para la implementación del sistema de información geográfica se empleó el software libre QGIS versión 3.16. En base a la cartografía disponible, planos del campo e imágenes del servidor Google Earth® como así también resultados del inventario, se definieron las coberturas o capas temáticas que se digitalizaron con apoyo de los controles de campo relevados mediante la utilización de GPS. Toda la información fue volcada en planos y mapas, posteriormente se procedió a su digitalización y al diseño e implementación de las bases de datos del sistema de información geográfica.

Durante la etapa de digitalización se estandarizaron y ensamblaron aquellas coberturas, realizando las tareas necesarias para conseguir la consistencia de todos los elementos geográficos en todas las coberturas digitales. Posteriormente se procedió al diseño e implementación de las bases de datos para almacenar los atributos de cada cobertura.

6. Trabajo de Campo

El trabajo de campo se efectuó durante la semana del 18 a 22 de julio del corriente año.

El relevamiento contempló el estudio de la estructura y composición, con el fin de caracterizar cuali-cuantitativamente la masa forestal. El estudio de campo permitió ajustar la sectorización definida por la primera visita en base a imágenes satelitales, confirmando y/o corrigiendo los límites y el estado de cada unidad de vegetación a partir de lo constatado en el terreno.

6.1 Relevamiento en el terreno

El relevamiento se llevó a cabo por muestreo mediante un total de 17 parcelas circulares distribuidas al azar en cada tipo de unidad de vegetación preestablecida. Se midieron 9 parcelas de 15 m de diámetro (superficie de la parcela: 706,85 m²) y 8 parcelas de 20 m de diámetro (superficie de la parcela: 1.256,63 m²). La intensidad de muestreo de sectores con árboles en pie alcanzó un 10,6% del total de la superficie afectada a la obra.

En cada parcela:

- se realizó el reconocimiento de las especies forestales presentes y medición de todos los árboles de diámetro superior a 10 cm; se contabilizó la regeneración compuesta de árboles juveniles de diámetros mayores a 5 cm (renovales de entre 5 y 10 cm de diámetro);
- se valoró la condición / estado sanitario de los arboles inventariados a fin de estimar la proporción de individuos sanos, enfermos, muertos, caídos y con defectos que hay en el área afectada a la obra;
- se midió el diámetro mediante forcípula o cinta diamétrica de los árboles mayores a 10 cm de DAP (diámetro normal del tronco a 1,3 m de altura);
- se midió la altura total de individuos representantes de las distintas clases diámetricas. Se asumió que un árbol está dentro (fuera) de una parcela si su eje central está ubicado dentro (fuera) de la parcela.

El sector 8, correspondiente al área desmontada, fue relevada en su totalidad, contabilizando todos los tocones y/o arboles removidos en sector donde se registró intervención de maquinaria pesada que realizó el volteo y apilado de individuos. Esto se efectivizó mediante el conteo y medición del diámetro de los tocones dispersos en el área como también de aquellos tocones y/o árboles tumbados y apilados en escolleras a ambos lados del sector despejado. Sobre estos últimos, solamente se contabilizaron y midieron los tocones que pudieron identificarse en las pilas (Foto 3 y 4).



Foto 3 y 4. Izq. Medición de tocones dispersos en el área desmontada. Der. Medición de tocones y árboles volteados en escolleras en los laterales del área desmontada.

Junto con los trabajos de mensura, se realizó un registro fotográfico de carácter general, representativo de la situación del arbolado hallado en los diferentes sectores estudiados.

6.2 Análisis en gabinete

6.2.1 Caracterización dasométrica de la masa forestal del área proyecto

Los datos relevados a campo fueron digitalizados, controlados, depurados y analizados. Con auxilio de modelos de predicción de altura, de diámetro de árboles cortados y de volumen total generados a partir de los datos colectados para caracterizar la estructura de la masa forestal, se estimaron los siguientes parámetros:

- Cantidad de árboles por hectárea totales y discriminados por especie y sector.
- Cantidad total de árboles en pie dentro del área de la traza.
- Cantidad total de árboles removidos en la superficie despejada con maquinaria pesada dentro del área de la traza.
- Tamaño promedio (diámetro y altura) de los árboles en pie de la masa forestal en el área proyecto, consignando el tamaño mínimo y máximo de los árboles hallados.
- Volumen individual de madera con corteza de los fustes o troncos principales, con valores promedio por especie, por sector y en general.
- Volumen total de madera con corteza por hectárea, por sector y volumen total para las áreas de forestación en pie.
- Estimación del Volumen total de madera con corteza por hectárea, por sector y volumen total removido en la superficie despejada con maquinaria pesada dentro del área de la traza.

6.2.2 Estimación del CO₂ en biomasa forestal en el área proyecto

En base a la cuantificación de existencias volumétricas de madera en pie y removidas por desmonte dentro del área proyecto generadas por el inventario, se estimaron las existencias totales de biomasa forestal. A partir de estas últimas se cuantificó la cantidad de CO₂ removidos del sector ya desmontado, y por remover en la superficie a desmontar dentro del área de traza de obra. Para ello se aplicó la metodología y parámetros del nivel 1 contemplados por las directrices de la Guía 2006 del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006).

7. Resultados

7.1 Resultados del relevamiento dasométrico

En la Tabla 3 se presentan los resultados cuantitativos de los árboles en pie. La cantidad total es de 5.681 árboles en pie, que representan un volumen total con corteza estimado de 3.708 m³.

Tabla 3. Parámetros dasométricos de la masa forestal. Cantidad de árboles totales en pie y volumen total.

Sector	Superficie del Sector (Ha)	Árboles en pie / Ha		TOTAL Arb. en pie/Ha	Arb. en pie del sector		TOTAL Arb. en pie del sector	DAP Promedio árboles en pie (cm)		Vol.Ind. Promedio árboles en pie (m3)		Volumen en pie / Ha (m3/Ha)		TOTAL Vol en pie / Ha (m3/Ha)	Volumen en pie del sector (m3)		TOTAL Vol en pie del sector (m3)
		Euca	Fresno		Euca	Fresno		Euca	Fresno	Euca	Fresno	Euca	Fresno		Euca	Fresno	
1	1,557	263	223	486	409	347	756	42,6	13,4	1,644	0,086	431,7	19,1	450,8	672,2	29,7	701,9
2	4,459	162	114	276	722	510	1.232	45,3	17,3	1,759	0,174	284,9	19,9	304,8	1.270,3	88,5	1.358,8
3	2,045		714	714		1461	1.461		19,7		0,288	205,8		205,8	0,0	420,9	420,9
4	0,102		460	460		47	47		17,7		0,185	85,2		85,2	0,0	8,7	8,7
5	3,459		500	500		1729	1.729		26,6		0,544	271,6		271,6	0,0	939,4	939,4
6	0,837		516	516		432	432		26,5		0,569	293,6		293,6	0,0	245,7	245,7
7	0,302	80		80	24		24	38,7		1,371		109,0		109,0	32,9	0,0	32,9
TOTALES	12,8						5.681										3.708

En la Tabla 4 se presentan los resultados correspondientes al relevamiento de los renovales (diámetro 5 - 10cm), totalizando de 6.070 individuos.

Tabla 4. Cantidad de renovales

Sector	Superficie del Sector (Ha)	Renovales / Ha		Total renovales / Ha	Renovales del sector		Total renovales del sector
		Euca	Fresno		Euca	Fresno	
1	1,557	8	509	517	12	793	805
2	4,459	11	110	121	48	491	539
3	2,045	0	895	895	0	1.830	1.830
4	0,102	0	352	352	0	36	36
5	3,459	0	712	712	0	2.463	2.463
6	0,837	0	474	474	0	397	397
7	0,302	0	0	0	0	0	0
TOTALES	12,8				60	6.010	6.070

En la Tabla 5 se consignan los resultados del relevamiento de los tocones y de los árboles volteados dentro del área desmontada que fue agrupada dentro de la cartografía como sector 8. Se contabilizó un total de 733 tocones y el volumen total removido fue estimado en 595,7 m³. Es importante aclarar que no se pudo contabilizar la totalidad de los árboles desmontados debido a que muchos de ellos se encuentran enterrados dentro de las escolleras de troncos apilados en las márgenes del área desmontada (Foto 4).

Tabla 5. Cantidad de árboles removidos por desmante

Sector	Superficie del área despejada (Ha)	Tocones (árboles removidos)		TOTAL árboles removidos	Árboles removidos / Ha	DAP Promedio árboles removidos (cm)		Vol.Ind. Promedio árboles removidos (m3)		Volumen removido (m3)		TOTAL Vol removido (m3)
		Euca	Fresno			Euca	Fresno	Euca	Fresno	Euca	Fresno	
8	2,750	99	634	733	267	47,3	28,8	1,904	0,642	188,5	407,2	595,7

En la Tabla 6 se presentan los resultados del relevamiento del estado sanitario general de los árboles en pie por sector.

Tabla 6. Estado sanitario general de los árboles en pie por sector

Sector	Estado sanitario					
	Sano	Enfermo	Decrépito	Muerto	Quebrado	Volcado
1	81,1%	9,8%	2,5%	3,3%	1,6%	1,6%
2	72,7%	12,5%	7,8%	3,1%	3,1%	0,8%
3	96,5%	1,5%	1,0%	0,5%		0,5%
4	100,0%					
5	72,6%	15,1%	9,4%	0,9%	0,9%	0,9%
6	72,6%	9,6%	11,0%	2,7%	1,4%	2,7%
7	80,0%					20,0%

7.2 Resultados de la cuantificación de CO₂ de biomasa forestal

En la Tabla 7 se exhiben los resultados de la estimación del CO₂ en biomasa forestal en cada uno de los sectores del área proyecto. El total de CO₂ removido en el área desmontada (sector 8) se estima en 1.509 toneladas. El total de CO₂ a remover por el desmante de la masa forestal en pie existente es de 8.115 toneladas. El total de CO₂ potencialmente removido por el proyecto se estima en 9.624 toneladas.

Tabla 7. Cuantificación de CO₂ de biomasa forestal

Sector	Tn/ha del sector	Superficie del Sector (Ha)	TOTAL Vol en pie / Ha (m3/Ha)	BCEFr	R	C	CO ₂ /ha (tn/ha)	Total CO ₂ (tn)
1	374,164	1,557	450,8	0,89	0,20	0,48	847,4	1.319,4
2	252,984	4,459	304,8	0,89	0,20	0,48	572,9	2.554,8
3	131,712	2,045	205,8	1,17	0,23	0,48	521,3	1.065,8
4	54,528	0,102	85,2	1,55	0,46	0,48	339,3	34,7
5	173,824	3,459	271,6	1,17	0,24	0,48	693,5	2.398,5
6	187,904	0,837	293,6	1,17	0,24	0,48	749,7	627,4
7	90,47	0,302	109,0	1,55	0,28	0,48	380,6	114,9
8	138,624	2,750	216,6	1,17	0,23	0,48	548,6	1.508,8
TOTALES								9.624,4

Referencias:

BCEFr: coeficiente de conversión-expansión de biomasa (IPCC 2006).

R: coeficiente de relación biomasa subterránea - biomasa aérea (IPCC 2006)

C: coeficiente de contenido de carbono

A modo de resumen, el relevamiento muestra que a la fecha de conclusión de las tareas de campo:

- se estimó que **hay 5.681 árboles en pie** en el área de estudio;
- **se contabilizaron 733 tocones de árboles / árboles removidos** en el área donde se **efectuaron tareas de desmonte** (sector 8).
 - lo anterior totaliza una **existencia previa al desmonte de 6.414 individuos** en el área proyecto, que representan un volumen total estimado en 4.304 m³;
- se estimó que **hay 6.070 renovales** de entre 5 y 10 cm de diámetro, de los cuales 6.010 corresponde a fresno y 60 individuos a eucaliptos;
- el relevamiento del estado sanitario indica que más del 80% de los individuos en pie están sanos, aunque, como se comentó anteriormente, se evidencian síntomas de que han alcanzado un estado de madurez avanzado y su capacidad de seguir acumulando biomasa en sus troncos es limitada y sucede a una tasa declinante con el paso de los años.

8. Propuestas de medidas de mitigación

Mitigación: podemos acordar que mitigación involucra al conjunto de medidas o acciones que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas.

La construcción de caminos es un disturbio que genera un desequilibrio en las áreas afectadas. Actualmente resulta imprescindible formular acciones que morigeren o mitiguen los impactos. Es importante la elaboración de trabajos interdisciplinarios y la incorporación de proyectos acordes a las actuales demandas ambientales, económicas, sociales y viales.

Conforme la sociedad creció y maduró en conciencia ambiental, decantándose en un involucramiento activo, también debió incrementarse el compromiso estatal para dar respuesta a los reclamos, en este caso particular, se recomienda exigir a la/s empresa/s contratista/s un **Plan de forestación compensatoria monitoreado**.

Por otro lado, es fundamental implementar un **Plan de aprovechamiento racional** de parte de la madera que resulte del desmonte, asegurando que el carbono secuestrado en la madera de los árboles pueda continuar en ese estado por largo plazo formando parte de equipamiento de uso urbano, ya sea mobiliario urbano (bancos, mesas, cestos de basura, juegos para plazas, etc.) o en madera dimensionada que el municipio pueda necesitar (tablas, puntales, tutores, etc.) disminuyendo de este modo el CO₂ emitido después del desmonte. Cuando un árbol se corta y su madera es utilizada en la fabricación de muebles, elementos constructivos u otros, el carbono permanece retenido fuera de la atmósfera durante la vida útil del producto. Por el contrario, cuando un árbol se quema en el bosque, el carbono almacenado es devuelto a la atmósfera de manera casi inmediata.

8.1. Forestación Compensatoria

Los bosques, tanto nativos como los plantados por el hombre, constituyen sumideros de carbono; reciclan el carbono de la atmósfera y lo transforman en biomasa a través de la fotosíntesis. En ese mismo proceso, las plantas generan un subproducto vital, el oxígeno. La forestación contribuye a morigerar el impacto del cambio climático y al mismo tiempo abordar otros problemas ambientales, como la erosión del suelo.

El plan de forestación compensatoria deberá fundarse en **criterios** de diseño y acciones como los que a continuación se proponen:

- coordinación con actores públicos responsables de la obra y del territorio para definir la ubicación de los nuevos árboles a plantar;
- utilización de las especies mejor adaptadas a las condiciones ambientales de cada lugar;
- forestación en sistema de franjas en sectores lindantes con canal drenaje paralelo la localidad de Villa Catela;
- se deberá evitar el uso de especies invasoras;
- se procurará realzar ornamentalmente los tramos contiguos a los accesos;

- reposición: se deberán reponer una cantidad a definir de árboles por cada uno que se extraiga (se sugiere una relación no menor a 3 por 1, esta relación ha de ser acordada entre las partes según las características de las plantas y el lugar donde sean plantadas). En este caso las especies que se sugieren emplear son las indicadas más adelante, en la presente propuesta.
- en todos los casos se deberán contemplar los aspectos de seguridad vial vigentes en la legislación correspondiente.

Considerando la ubicación potencial de las plantas de la forestación compensatoria, así como también el carácter público de la superficie del parque a desmontar, es fundamental que las acciones a realizar sean convenidas con los actores del sector público, en este caso la municipalidad de Ensenada. En conjunto con los referentes técnicos municipales se deberá definir y acordar un plan de forestación que incluya las especies y tipologías de las plantas a emplear, los cuidados en el tiempo y la ubicación de las mismas, tanto en el área del proyecto, como en otros lugares que los referentes municipales consideren necesarios y prioritarios (por ejemplo: plantas para arbolado urbano de alineación, plantas para parques, plazas, escuelas, etc.)

Entre los beneficios que se busca obtener a través de la forestación compensatoria, pueden destacarse los siguientes:

- mitigación de los impactos derivados de la construcción de la autopista (remoción de árboles, movimiento de suelos, alteración del paisaje, entre otros);
- atenuación de los impactos ambientales generados por el uso de la autopista (modificación del uso del suelo, contaminación sonora, contaminación visual y atmosférica producida por los vehículos, etc.);
- captura de dióxido de carbono (CO₂) del aire;
- fomento de la valoración del entorno y de la educación ambiental;
- generación de empleo directo e indirecto en las tareas de plantación y de mantenimiento de lo plantado;
- integración en temas ambientales de los usuarios del camino, de los propietarios frentistas, de los pobladores próximos y de los agentes estatales.

8.2 Contenidos mínimos del Plan de mitigación por Forestación Compensatoria

8.2.1 Plan de desmonte

Previo al inicio de tareas, el referente técnico de la empresa contratista deberá presentar para su aprobación un Plan de Desmonte ante una potencial Comisión de supervisión (representada por técnicos de actores públicos responsables de la obra y del territorio). Dicho Plan de desmonte deberá contener mínimamente:

- el resultado de un relevamiento de las especies forestales a extraer para la zona de influencia del proyecto (información aportada por este informe);
- el orden de corta y extracción de los árboles contenidos en el área de desmonte;
- el destino para su aprovechamiento integral de la madera resultante del desmonte (madera para aserradero, madera para carpintería rural, madera para leña);
- el tratamiento y disposición final de los tocones.

La empresa contratista deberá designar a un Profesional idóneo, Ingeniero Forestal o Agrónomo con experiencia en forestaciones y/o parquizaciones y en aprovechamiento de plantaciones, quien será responsable de supervisar las tareas de desmonte y aprovechamiento de la madera, así como también las de forestación y posterior mantenimiento.

8.2.2 Plan de Forestación

Previo al inicio de tareas, el referente técnico de la empresa contratista deberá presentar para su aprobación un Plan de Forestación que deberá incluir toda la información detallada (memoria técnica y planos) referente a la plantación, ubicación de las plantas, cuidados, cronograma de tareas y especies seleccionadas.

El mantenimiento de los árboles y arbustos desde su provisión, plantación y cuidado posterior hasta la recepción de la obra, será responsabilidad de la empresa contratista y a su exclusivo costo.

Las especies propuestas para las zonas aledañas y otros lugares que se definan con los referentes municipales son las siguientes:

Especies nativas: Ceibo, Sauce criollo, Aliso de río, Espina de bañado, Talas, Sombra de toro, Ombú, Espinillo, Coronillo, Cina cina, Anacahuita y otras a definir con los referentes municipales.

Especies exóticas: Eucalipto colorado, Casuarina, Fresno y otras a definir con los referentes municipales.

8.3. Plan de Aprovechamiento y Utilización racional de la madera proveniente del desmonte

Se plantea efectuar un aprovechamiento integral de la madera resultante de las tareas de desmonte.

Atento a los volúmenes por especie que emergen del relevamiento forestal, se proponen diferentes usos para la madera:

- las primeras trozas de los árboles con diámetros mayores a 25 cm (hasta 4 metros desde la base del árbol) se destinarán a aserradero (contratar servicios de aserrado mediante aserraderos portátil, hacer convenios con aserraderos locales, con el Centro Tecnológico de la Madera de la UNLP o la puesta en marcha de un aserradero municipal);
- las trozas de diámetros menores a 25 cm podrán destinarse a carpintería rural, mangos de herramientas,
- las ramas y trozas menores se destinarán a programas de leña social y/o producción de carbón vegetal.

Para poder utilizar racionalmente la madera, la empresa contratista deberá asegurar los medios para clasificar la madera extraída por especies y por diámetros según lo dispuesto en el párrafo anterior, disponiendo las trozas en un sector acondicionado a tal fin desde el cual se puedan cargar en camiones y transportarlas, todo ello en acuerdo previo con referentes municipales.

9. Referencias

Cavallotto, J.L. 1995. Evolución Geomorfológica de la Llanura Costera del Margen Sur del Río de La Plata. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (inédita), 237 p., La Plata.

Fidalgo, F. y Martínez, O.R. 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del Partido de La Plata (Buenos Aires). Revista de la Asociación Geológica Argentina 38: 263-279.

IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático) 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. 93 p.

Martínez V. 2018. Evaluación de impacto ambiental. Prolongación de la Autopista R. Balbín (Buenos Aires-La Plata) hacia Ensenada mediante la mejora y readecuación del Camino Rivadavia (Ruta Provincial N° 13). FR La Plata. Universidad Tecnológica Nacional. 99 p.

10. Anexo Forestación Compensatoria

Cuando se realiza una forestación con propósito de compensar los árboles a extraer en el marco de una obra civil, es determinante asegurar la sobrevivencia de los nuevos individuos plantados y garantizar que se establezcan exitosamente en el terreno y retomen las funciones ambientales de la forestación original. Por ello, resulta indispensable que el plan de forestación contemple las acciones y los medios para asegurar que las plantas se puedan cuidar (regar, tutorar, controlar las hormigas podadoras, etc.).

Este plan de forestación debe contemplar metas realizables en el tiempo, es decir, asegurar que lo plantado por cada etapa pueda ser adecuadamente mantenido en función de las posibilidades operativas reales de la parte que asuma la responsabilidad de la obra de forestación y mantenimiento. También es esencial que quien ejerza el rol de contralor, disponga de la capacidad para hacerlo.

10.1 Cantidad de plantas extraídas y a compensar

Individuos a extraer por desmonte

Considerando

- una **existencia estimada previa al desmonte de 6.414 individuos** en el área proyecto;
- una estimación de existencias de **6.070 renovales** de entre 5 y 10 cm de diámetro;
- se estimó un total final de **12.484** de individuos totales a remover.

Individuos a plantar en el marco de la Forestación Compensatoria

Se sugiere reponer una cantidad a definir de árboles por cada uno que se extraiga, considerando:

- una relación no menor a 3 por 1 para los individuos adultos;
- una relación 1 a 1 para los renovales.

Esto determinaría una suma total inicial de **25.312 individuos a reponer** en un plan de forestación que debe ser acordado con las partes involucradas, en particular con el Municipio de Ensenada.

10.2 Sectores a forestar sugeridos

Se postula que la forestación de compensación se desarrolle en 4 situaciones:

a. Margen norte del canal que separa el Parque Gobernador Martín Rodríguez de Villa Catela:

Este sector involucra zonas con forestación que no debería ser alcanzada por el desmonte y zonas libres de vegetación. Dentro de los sectores sin forestación se propone plantar una franja forestal adyacente al canal, hacia el sector de la obra. Las franjas forestales modifican los flujos de aire, atenúan los ruidos y filtran contaminantes transportados por el aire. Asimismo, constituyen barreras visuales que amenizan el paisaje.

La franja tendrá un ancho variable en función del espacio disponible y la forestación existente (que no es alcanzada por la obra). De acuerdo al tipo de suelo existente, la adaptabilidad de la especie y servicios que brinda, se propone una forestación en franjas utilizando *Casuarina cunninghamiana* "Casuarina". Se plantea un espaciamiento de tres (3) metros entre las plantas y cinco (5) metros entre las filas, equivalente a 667 plantas por hectárea.

Se sugiere que la franja lindera con el canal sin forestación incluya al menos 5 hileras de ancho. De acuerdo al análisis de imágenes satelitales, esta tendría aproximadamente 760 metros de largo y 1.267 plantas totales, sin considerar las reposiciones que puedan requerirse.



Imagen 3. Ubicación propuesta para la franja forestal adyacente al canal lindero con Villa Catela.

Ha de considerarse que, al momento de replantar la obra de forestación en el terreno, deberá dejarse un espacio libre entre la forestación y el canal, necesario para el tránsito de maquinaria utilizada en su limpieza y mantenimiento.

b. Macizo sector norte del Camino Rivadavia

En el segmento norte de la traza de la nueva obra, en el sector comprendido entre el fin de la actual autopista y el camino (Imagen 4), se propone la realización de una forestación en macizo. Por las características zonales de los suelos y la aptitud de las especies ya probadas en la zona, se sugiere emplear: *Eucalyptus camaldulensis* "Eucalipto colorado"; *Fraxinus pennsylvanica* "Fresno" y las nativas *Parkinsonia aculeata* "cina-cina", *Celtis tala* "Tala", *Blepharocalyx salicifolius* "anacahuita". Se propone crear macizos por especie, con una densidad de 1.100 plantas por hectárea, equivalente a un espaciamiento inicial de 3m x 3m. De acuerdo a cálculos preliminares, la superficie disponible es de 1 ha e involucraría el uso de un total de 1.100 plantas.



Imagen 4. Ubicación propuesta para el macizo forestal lindero con la traza de autopista en el sector al norte del Camino Rivadavia.

c. Parquización de la traza del área proyecto

Finalizada la obra de extensión de la autopista, atento a las regulaciones vigentes, la empresa contratista tendrá que realizar la forestación de amenización del corredor vial, en acuerdo a los diseños previstos en el proyecto de obra. Se sugiere que, al momento de la

plantación, se recambié el suelo por tierra negra de jardinería en un volumen no menor de 0,5 m³ por planta.

Cabe aclarar que, finalizada la obra civil, quedarán delimitadas otras áreas susceptibles de forestación compensatoria, pero que a priori, no fueron explicitadas. Por ejemplo, el sector correspondiente al actual obrador, que una vez finalizada la obra podría quedar liberado para su incorporación como área a parquear y forestar.

d. Enriquecimiento del arbolado urbano del Municipio de Ensenada

Como se mencionó anteriormente en el apartado 8.1, uno de los destinos propuestos para las plantas de la compensación es la forestación urbana (arbolado de alineación, parques, plazas, etc.) del municipio de Ensenada. Se destinará a este fin la cantidad remanente de plantas comprometidas en el plan de compensación y que no sean utilizadas en las propuestas para los sectores anteriormente desarrollados.

Dichas plantas deberán ubicarse de acuerdo a las necesidades y prioridades que establezca el municipio. Las especies y tipologías de planta a emplear se definirán en conjunto. En este caso, sería razonable modificar la relación de reposición antes propuesta, llevándola a: 1 árbol de reposición por cada individuo extraído, considerando la provisión de plantas de mayor tamaño en el caso de la forestación de alineación en veredas, por ejemplo.

La Tabla 8 resume la propuesta para los sectores analizados.

Tabla 8. Sectores, especies, tipología de plantas y tasa de reposición propuesta para la forestación compensatoria

Sector		Especies	Tipología de planta	Tasa de reposición
a	Faja canal lindero a Villa Catela	Casuarina	planta en envase 1 - 3L	3:1
b	Macizo sector norte Camino Rivadavia	Eucalipto colorado; Fresno; Cina-cina; Tala; Anacahuíta	plantin forestal; planta en envase 0,5 - 3L	3:1
c	Parquización bordes de traza	según diseño proyecto de obra	plantin forestal; planta en envase 0,5 - 3L	3:1
d	Arbolado urbano Municipal	especies a definir con municipio	plantas envasadas 20L, plantones a raíz desnuda ó en terrón (según especie). Perimetro de cuello de planta mayor 8cm	1:1