



Pontificia Universidad Católica Argentina.

INGENIERÍA AMBIENTAL.

Mantenimiento de Caminos Rurales, una deuda con el ambiente.

Tesis Final de Grado, Ingeniería Ambiental.

Autora: **Beltrame, Aldana Solange.**

Tutor: **Fanelli, Sabina.**

20 de Octubre de 2023.

ÍNDICE.

<u>Índice de Tablas.</u>	pág. 5
<u>Índice de Figuras.</u>	pág. 6
<u>INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA TEMÁTICA.</u>	pág. 12
<u>OBJETIVOS.</u>	pág. 15
<u>General.</u>	pág. 15
<u>Específicos.</u>	pág. 15
<u>CAPÍTULO 1.</u>	
1. DEFINICIONES INTRODUCTORIAS.	pág. 16
1.1. Caminos.	pág. 16
1.2. Caminos rurales.	pág. 16
1.2.1. Categorización de la red vial.	pág. 17
1.3. Zona de Camino y sus partes.	pág. 22
1.3.1. Calzada.	pág. 22
1.3.2. Carril.	pág. 22
1.3.3. Banquinas.	pág. 22
1.3.4. Cunetas.	pág. 23
1.3.5. Taludes.	pág. 23
1.3.6. Contrataludes.	pág. 23
1.3.7. Veredas.	pág. 24
1.3.8. Coronamiento o plataforma.	pág. 24
1.4. Perfil transversal.	pág. 25
1.5. Perfil longitudinal o rasante.	pág. 25
1.6. Cota roja.	pág. 26
1.7. Anchos de los elementos del coronamiento.	pág. 28
1.8. Pendiente transversal.	pág. 28
1.9. Drenaje.	pág. 29
1.9.1. Estructuras/Obras de drenaje.	pág. 32
1.9.1.a. Cunetas.	pág. 32
1.9.1.b. Alcantarillas.	pág. 33
1.9.1.c. Vados o Badenes.	pág. 34
1.9.1.d. Puentes	pág. 35
1.9.2. Reglas prácticas adicionales para el drenaje de caminos rurales.	pág. 36
2. TAREAS DE CONSERVACIÓN/MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES.	pág. 37
2.1. Un poco de historia.	pág. 37
2.2. La metodología vigente propiamente dicha.	pág. 39

2.2.1. Clasificación de caminos rurales	pág. 43
2.2.1.a. según función principal	pág. 43
2.2.1.b. según importancia relativa dentro de la red	pág. 43
2.2.1.c. según jurisdicción.	pág. 43
2.2.2. Factores a tener en cuenta.	pág. 44
2.2.3. Tipos de deterioro y evaluación.	pág. 45
2.2.4. Tareas de mantenimiento de rutina.	pág. 47
2.2.4.a. Perfilado sin extracción lateral.	pág. 47
2.2.4.b. Perfilado con extracción lateral.	pág. 48
2.2.4.c. Reconstrucción con extracción lateral.	pág. 49
2.2.5. Tareas complementarias.	pág. 51
2.2.5.a. Manejo y retiro de vegetación.	pág. 51
2.2.5.b. Bacheo de calzada.	pág. 52
2.2.5.c. Construcción de terraplenes con extracción lateral.	pág. 52
2.2.5.d. Construcción de terraplenes con transporte de suelo.	pág. 52
2.2.5.e. Desagües.	pág. 52
2.2.5.f. Reposición o recambio de caños de alcantarillas.	pág. 52
2.2.5.g. Reparación de muros de alcantarillas.	pág. 52
2.2.5.h. Reparación de erosión en taludes.	pág. 53
2.2.5.i. Reconstrucción/profundización de cunetas.	pág. 53
2.2.5.j. Limpieza y reposición de señales verticales.	pág. 53
2.2.6. Tareas mejorativas.	pág. 53
2.2.6.a. Construcción de nuevas alcantarillas.	pág. 53
2.2.6.b. Estabilizado de los caminos principales.	pág. 53

Discusión capítulo 1. pág. 54

CAPÍTULO 2.

3. PRÁCTICAS, PROPUESTAS E IDEAS SUPERADORAS TOMADAS DE OTRAS PARTES DEL MUNDO. pág. 55

3.1. Veredas entendidas y protegidas como corredores biológicos, en el mejor de los casos a conservar o, en el peor de ellos, a promover, fomentar y desarrollar. pág. 56

3.2. Valorización de los bordes de cultivos y reinterpretación de las especies que se entienden como malezas y plagas a exterminar (hipotéticamente para evitar su acceso a las parcelas productivas). pág. 60

3.3. Reconocimiento del valor paisajístico de los ecosistemas de los que forman parte los caminos rurales y la relación/vínculo/vinculación del hombre con estos. pág. 62

3.4. Impacto ambiental de los caminos rurales y de las actividades asociadas a estos. pág. 64

 3.4.1. Afectación a la calidad del agua y al hábitat acuático en general. pág. 66

 3.4.2. Importancia de la revegetación (para prevenir la erosión). pág. 71

3.5. Mejoramiento de caminos preexistentes: rediseño, reconstrucción y/o relocalización y cierre.	pág. 71
3.6. Inspección de caminos para identificar amenazas a tratar (análisis de riesgos potenciales) y acciones de abordaje de las mismas.	pág. 73
3.7. Un parámetro bastante olvidado en el rubro: el Marco legal y los instrumentos que respaldan su aplicación.	pág. 75
3.8. Necesidad de un Plan Estratégico de Gestión Integral de Caminos Rurales (alineado a un Plan de Ordenamiento Territorial Ambiental y a legislación pertinente).	pág. 76
4. METODOLOGÍA DE MANEJO “SUSTENTABLE”, UNA PROPUESTA ALTERNATIVA GESTADA EN NUESTRO TERRITORIO.	pág. 78
4.1 Ideas fuerza de la Met. de Manejo Sustentable.	pág. 94
<u>Discusión capítulo 2.</u>	pág. 98
 <u>CAPÍTULO 3.</u>	
5. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.	pág. 99
5.1 Tipología de impactos y criterios de clasificación.	pág. 101
5.1.1. por la calidad ambiental.	pág. 101
5.1.2. por la intensidad o grado de destrucción.	pág. 102
5.1.3. por la extensión.	pág. 102
5.1.4. por el momento en que se manifiesta.	pág. 102
5.1.5. por su persistencia.	pág. 103
5.1.6. por su capacidad de recuperación.	pág. 103
5.1.7. por la relación causa-efecto.	pág. 104
5.1.8. por la interrelación de acciones y/o efectos.	pág. 104
5.1.9. por su periodicidad.	pág. 104
5.1.10. por la necesidad de aplicación de medidas correctoras.	pág. 105
6. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS 2 ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES.	pág. 105
6.1. Sobre la herramienta de evaluación a emplearse.	pág. 105
6.1.1. Escenario hipotético tomado como objeto de estudio.	pág. 106
6.1.2. Metodología cualitativa - Matriz de Importancia.	pág. 106
6.1.3. Metodología cuantitativa - Método del Inst. de Batelle-Columbus.	pág. 110
6.1.3.a Distribución de unidades de importancia.	pág. 110
6.1.3.b Factores ambientales contemplados.	pág. 112

6.2. Etapa 1: evaluación de la Metodología de mantenimiento de caminos rurales vigente en Argentina.	pág. 114
6.2.1 Acciones Impactantes.	pág. 114
6.2.2. Resultados obtenidos.	pág. 116
6.2.2.a. Conclusiones sobre la Metodología vigente.	pág. 120
6.3. Etapa 2: evaluación de la Metodología de manejo/mantenimiento de caminos rurales modificada (según los lineamientos propuestos).	pág. 128
6.3.1. Acciones Impactantes.	pág. 128
6.3.2. Resultados obtenidos.	pág. 129
6.3.2.a. Conclusiones sobre la Metodología modificada.	pág. 131
6.4. Comparación de resultados y conclusiones asociadas.	pág. 139
6.5 Recomendaciones y propuestas complementarias.	pág. 153
<u>Discusión capítulo 3.</u>	pág. 154
<u>CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO.</u>	pág. 157
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</u>	pág. 163
<u>AGRADECIMIENTOS FINALES.</u>	pág. 169
<u>ANEXO FOTOGRÁFICO.</u>	pág. 171

Índice de Tablas.

- **Tabla 1.** *Cuantificación km. que componen la red nacional y provincial según el CVF. Consejo Vial Federal (extraído en 2022)* pág. 19
- **Tabla 2.** *Índice de deterioro para evaluación del estado de caminos rurales. AAC (2018)* pág. 47
- **Tabla 3.** *Necesidad de ejecución anual de tareas rutinarias de conservación para mantener la red vial en condiciones adecuadas de transitabilidad. AAC (2018).* pág. 51
- **Tabla 4.** *Listado de factores ambientales a evaluar en cada medio con su correspondiente valor de ponderación. Elaboración propia (2023)* pág. 113
- **Tabla 5.** *Valores extremos que puede tomar el impacto individual de una acción específica sobre un factor ambiental determinado. Elaboración propia (2023)* pág. 116
- **Tabla 6.** *Rangos de valores absolutos parciales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia). Elaboración propia (2023)* pág. 117
- **Tabla 7.** *Rangos de valores absolutos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor. Elaboración propia (2023)* pág. 117
- **Tabla 8.** *Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Mantenimiento) para la Metodología vigente. Elaboración propia (2023)* pág. 118
- **Tabla 9.** *Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Modificación y/o Mejora) para la Metodología vigente. Elaboración propia (2023)* pág. 118
- **Tabla 10.** *Matriz de Importancia obtenida para la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales vigente en nuestro país. Elaboración propia (2023)* pág. 119
- **Tabla 11.** *Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Mantenimiento) para la Metodología modificada. Elaboración propia (2023)* pág. 130
- **Tabla 12.** *Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Modificación y/o Mejora) para la Metodología modificada. Elaboración propia (2023)* pág. 130
- **Tabla 13.** *Matriz de Importancia obtenida para la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales modificada -propuesta-. Elaboración propia (2023)* pág. 131
- **Tabla 14.** *Acciones/tareas que constituyen cada una de las alternativas metodológicas comparadas. Elaboración propia (2023).* pág. 139
- **Tabla 15.** *Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología vigente).* pág. 142
- **Tabla 16.** *Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología modificada).* pág. 142

Índice de Figuras.

- **Figura 1.** *Perfil transversal tipo rural (calzada bicarril indivisa).* Zeoli et al (2020). pág. 22
- **Figura 2.** *Tipos de coronamiento.* Zeoli et al (2020). pág. 25
- **Figura 3.** *Rasante o perfil longitudinal de un camino rural.* Manual para Mejoramiento de Camino Rurales con el Uso de Mano de Obra Intensiva del Programa PAST de Las Segovias (2005). pág. 26
- **Figura 4.** *Cota roja con valor positivo y negativo, correspondientes respectivamente a un camino que se encuentra en terraplén o en desmonte con respecto al terreno natural.* Fanelli (2023) pág. 26
- **Figura 5a.** *Perfil deseable de un camino rural.* Manual de Caminos Rurales de la AAC. (2018) pág. 27
- **Figura 5b.** *Perfil inadecuado de un camino rural.* Manual de Caminos Rurales de la AAC. (2018) pág. 27
- **Figura 6.** *Perfil transversal ideal de un camino rural.* Manual de Caminos Rurales de la AAC. (2018) pág. 27
- **Figura 7.** *Efecto embalse.* Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018). pág. 30
- **Figura 8.** *Efecto canal.* Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018). pág. 31
- **Figura 9.** *Cuneta de desagüe longitudinal.* Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018). pág. 33
- **Figura 10.** *Alcantarilla transversal de sección múltiple.* Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018). pág. 34
- **Figura 11.** *Badén en período de estiaje.* Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018). pág. 35
- **Figura 12.** *Puente de ladrillos y metal que permite la continuidad del camino rural por sobre el río que cruza debajo del mismo.* Pxhere, fotos libres de autor desconocido (s.f.) pág. 36
- **Figura 13.** *Perfilado sin extracción lateral.* AAC (2018). pág. 48
- **Figura 14.** *Perfilado con extracción lateral.* AAC (2018). pág. 49
- **Figura 15.** *Reconstrucción con extracción lateral.* AAC (2018). pág. 50
- **Figura 16.** *La instalación incorrecta de la alcantarilla puede impedir el paso de peces a través de un cruce de arroyo. Las condiciones que bloquean el paso de peces incluyen: A) velocidades del agua demasiado rápidas, B) profundidades del agua demasiado bajas, C) área de descansos o profundidad de estanque de salto insuficientes en la entrada de la alcantarilla, y D) salidas de alcantarillas que están demasiado elevadas sobre el lecho del cauce.* Weaver et al, 2014 (modificado de: Weaver et al, 1991). pág. 69

- **Figura 17.** *Imágenes comparativas de un mismo tramo de camino de la provincia de Córdoba tomadas con una diferencia intermedia de 6 décadas.* pág. 82
 Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022).
- **Figura 18.** *Resultado de usar las veredas como cantera en los caminos rurales (postes a poco tiempo de quedar en el aire).* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022). pág. 88
- **Figura 19.** *Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología vigente).* Elaboración propia (2023). pág. 141
- **Figura 20.** *Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología modificada -propuesta-).* Elaboración propia (2023). pág. 142
- **Figura 21.** *Impacto absoluto total de las tareas de Mantenimiento de la Metodología vigente por factores ambientales.* Elaboración propia (2023). pág. 143
- **Figura 22.** *Impacto absoluto total de las tareas de Mantenimiento de la Metodología modificada -propuesta- por factores ambientales.* Elaboración propia (2023). pág. 144
- **Figura 23.** *Impacto ambiental de la Metodología vigente por Sistemas.* Elaboración propia (2023). pág. 145
- **Figura 24.** *Impacto ambiental de la Metodología modificada -propuesta- por Sistemas.* Elaboración propia (2023). pág. 145
- **Figura 25.** *Impacto ambiental de la Metodología vigente por subsistemas.* Elaboración propia (2023). pág. 146
- **Figura 26.** *Impacto ambiental de la Metodología modificada -propuesta- por subsistemas.* Elaboración propia (2023). pág. 146
- **Figura 27.** *Impacto Ambiental Total por Actividades (Metodología vigente).* Elaboración propia (2023). pág. 147
- **Figura 28.** *Impacto Ambiental Total por Actividades (Metodología modificada -propuesta-).* Elaboración propia (2023). pág. 148
- **Figura 29.** *Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Físico (Metodología vigente).* Elaboración propia (2023). pág. 149
- **Figura 30.** *Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Físico (Metodología modificada -propuesta-).* Elaboración propia (2023). pág. 149
- **Figura 31.** *Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Socio - económico (Metodología vigente).* Elaboración propia (2023). pág. 150
- **Figura 32.** *Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Socio - económico (Metodología modificada -propuesta-).* Elaboración propia (2023). pág. 151
- **Figura 33.** *Tramo de camino con remoción de cuneta a cuneta, en un ambiente de suelo salino-sódico que hace que el impacto de dicho movimiento sea aún mayor (Pearson, Buenos Aires). Las partículas quedan más dispersas y más susceptibles a la erosión (hídrica y eólica), no hay banquetas -mayores riesgos viales- y con una pendiente solo hacia la cuneta derecha donde se formarán los serruchitos.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 171

- **Figura 34.** *Con el paso de los años se evidencia aún más la gravedad de las consecuencias de las remociones periódicas: los caminos, no solo se deforman y ahuellan, se vuelven canales entre los lotes linderos (Cruz Alta, Córdoba).* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 171
- **Figura 35.** *El resultado de sumar a las remociones frecuentes y a la extracción lateral, la aplicación de agroquímicos (herbicidas) en la zona de camino: en este caso se ha extendido por veredas, cunetas y banquetas en las que queda el suelo desnudo y subsisten solo las especies más resistentes (“malezas”).* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 172
- **Figura 36.** *Remociones frecuentes, extracción lateral y extensión del uso de agroquímicos en las veredas contiguas a los lotes de producción; el resultado: veredas desnudas donde solo subsisten las malezas que luego preocupa erradicar (pérdida absoluta de la vegetación nativa), erosión y pérdida progresiva del nivel de rasante lo que implica convertirlos en caminos canales (profundidades mucho mayores a los terrenos laterales) y cada vez más inseguros.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 172
- **Figura 37.** *Como si fuera una gran calicata, todo el perfil de suelo con sus horizontes a la vista como consecuencia de años y años de extracción lateral con retroexcavadoras para ir alteando la calzada que, a la inversa de lo pretendido, progresivamente al removerse fue perdiendo altura. Los postes y alambrados, al borde de quedar sin base.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 173
- **Figura 38.** *Misma situación que en la foto 37 de ambos lados del camino: alambrados casi en el aire, caminos a metros de profundidad y no hay más material disponible para extracción lateral y alteo. El paso siguiente, el menos deseado por los propietarios perjudicados, la expropiación.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 174
- **Figura 39.** *Otro camino cordobés en el que se observan las consecuencias de largos años de manejo tradicional basado en remociones frecuentes de lado a lado que dejan el escenario perfecto para la posterior erosión. Las banquetas con su suelo con pastos recién triturados y el nivel de rasante muy por debajo del que muestra el terreno natural.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 174
- **Figura 40.** *Ahuellamientos (deformaciones longitudinales) y erosión eólica a la vista (nube de polvo), consecuencias directas del suelo suelto y desagregado producto del movimiento periódico del mismo. (Camino Ruta 18 - Arroyo del Medio).* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 175
- **Figura 41.** *Cunetas y veredas de marrón absoluto, “limpias” y sin restos verdes (vegetación) como se pregona en la Metodología vigente; sin embargo, este es el escenario perfecto para una excesiva erosión donde tanto agua como aire se van llevando continuamente el material. La flora y fauna del lugar, su preservación y desarrollo no entran ni siquiera en consideración.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 175
- **Figura 42.** *Tramo de camino estabilizado desde hace años debido a que no han realizado más remociones en su superficie y, por el contrario, se realiza algún agregado de material localizado en lugares puntuales donde ocurre algún ahuellamiento o hundimiento. De la calzada hacia afuera se mantiene la vegetación espontánea, lo cual no solo convierte a dichos laterales en corredores biológicos sino que disminuye notablemente la erosión y el arrastre de materiales desde la zona de circulación.* pág. 176

(Sargento Cabral, Santa Fe). Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

● **Figura 43.** *La no remoción permanente del suelo junto al tránsito de vehículos favorecen y contribuyen a la estabilización y compactación del mismo lo que asegura la circulación y transitabilidad permanentes, ante cualquier tipo de condiciones meteorológicas. De ser necesario, se efectúa un agregado de materiales de bajo espesor en la parte que, por cierta razón, se hunda, ahuelle o deprima y en las banquetas se realiza un mantenimiento periódico con cortadora de césped para garantizar una buena visibilidad y la seguridad vial de los usuarios mientras que, en las veredas, se conserva la vegetación espontánea.* (Sargento Cabral, Santa Fe). Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 176

● **Figura 44.** *Camino que desde hace 40 años (1982), cuando un grupo de productores le agregó escoria sobre la calzada natural, no se mueve. En los puntos donde se requiere se agrega material y las banquetas se mantienen empastadas. Como puede observarse, al igual que como ocurre en la mayoría de los tramos privados de acceso a los campos, la calzada se encuentra prácticamente a nivel de los lotes linderos.* (Pergamino, Buenos Aires). Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 177

● **Figura 45.** *Un tramo de camino rural en el que se empezaron a llevar a cabo acciones asociadas a la nueva propuesta de manejo de los mismos: bacheo de zonas hundidas y/o de mayor ahuellamiento, en este caso, con tierra. En lugar de seguir removiendo, se deja el suelo firme debajo y se agrega material que luego se compacta para lograr una superficie lisa y adecuada que, con el paso del tiempo y el tránsito se afirme y compacte cada vez más.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 178

● **Figura 46.** *En simultáneo a dejar de efectuar remociones de cuneta a cuneta y mover el suelo de un lado a otro y a permitir que el pasto vaya creciendo en los costados, se llevan adelante importantes trabajos de bacheo con agregado de materiales (también tierra en este caso) para nivelar los lugares más hundidos y ahuellados.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 178

● **Figura 47.** *Trabajo de bacheo bien puntual y de pequeña escala, a diferencia del anterior, realizado de forma manual.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 179

● **Figura 48.** *Leve borrado de huellas con motoniveladora (microcirugía) para dar adecuadas condiciones iniciales a la calzada de un camino que luego no se moverá más. En las banquetas, conservación del pasto cuyo crecimiento hacia el centro será limitado por el tránsito propiamente dicho y cuya altura se mantendrá con el paso de la cortadora periódicamente.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 180

● **Figura 49.** *Tareas de bacheo en una zona de mayor extensión de una Ruta provincial de calzada natural (Albarellos, Santa Fe).* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 180

● **Figura 50.** *El antes y el después de un camino manejado en base a las técnicas de la Metodología modificada que se propone adoptar. Huellas (deformaciones longitudinales más precisamente) marcados por el alto tránsito de camiones y vehículos de gran porte, en lugar de remover de lado a lado se conserva la vegetación* pág. 181

en los laterales y se agrega material en las mismas, lográndose mejor transitabilidad sin demasiada intervención y con mayor seguridad vial. Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

● **Figura 51.** *Veredas, cunetas y banquinas completamente empastadas, manteniendo estas últimas con corte de pasto periódico para garantizar buena visibilidad y seguridad vial. Además de la conservación de flora y fauna, se favorece un adecuado escurrimiento con baja erosión y preservación de las características naturales del suelo.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 181

● **Figura 52.** *Camino de gran intensidad de tránsito y con excelente compactación garantizada por este último. Nuevamente banquinas, cunetas y veredas con vegetación, la cual se mantiene, en las primeras, con cortes periódicos.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 182

● **Figura 53.** *Corte de pasto en banquina y cuneta y conservación de la vegetación espontánea en veredas.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 183

● **Figura 54.** *Calzada sin remoción, estabilizada mediante el agregado de escoria y banquinas empastadas.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 183

● **Figura 55.** *Calzada compactada por el tránsito en una curva en la cual, gracias a tener las banquinas empastadas, no se producen los famosos "serruchitos" por erosión.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 184

● **Figura 56.** *Calzada tan compactada por el tránsito que parece un pavimento, banquinas, cunetas y veredas con desarrollo de vegetación natural.* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 184

● **Figura 57.** *Camino de calzada natural que hace años no se mueve y se mantiene netamente con cortadora de césped. (Ruta Provincial N° 10-s, tramo Peyrano – Máximo Paz, Santa Fe).* Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 185

● **Figura 58.** *Camino de bajo tránsito en el corazón maicero de los EE.UU. con el nivel de rasante de al nivel de los lotes, empastado y con materiales en las huellas, sin el famoso abovedamiento que en nuestro país parece indispensable lograr. (foto del año 1986).* Costa (1986) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 185

● **Figura 59.** *Camino de bajo tránsito en Quebec, Canadá, donde el desarrollo de la vegetación no se limita y, como el camino nunca fue movido sino que se mantiene con agregado de materiales sobre su superficie en los puntos donde se necesita, conserva el mismo nivel de rasante que el resto del terreno natural (foto tomada en 2019).* Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 186

● **Figura 60.** *Conservación y preservación de la vegetación nativa en las veredas y cunetas de los caminos de calzada natural en Quebec, Canadá.* Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 186

● **Figura 61.** *Camino principal de Quebec, Canadá, sin remoción y con agregado de materiales en las huellas. Banquinas, cunetas y veredas siempre verdes, con vegetación espontánea. Además, como la rasante en los caminos se encuentra al nivel* pág. 187

de los lotes, las alcantarillas solo se construyen para drenaje de los mismos y conducción de aguas. Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

● **Figura 62.** Otro camino rural principal en Quebec, Canadá. Como puede verse, a pesar de sobrarles los recursos (por ser un país rico y desarrollado), las técnicas son netamente de conservación y no de remoción y reconstrucción y abovedamiento. Los caminos conservan la rasante del terreno natural debido a que, como no se removieron, no fueron perdiendo progresivamente material y, por tanto, altura. Sus banquetas, cunetas y veredas, siempre con vegetación natural, manteniendo las condiciones propias del ecosistema hasta donde más se pueda, con la menor intervención posible de sus características (tanto bióticas como abióticas) y logrando, en simultáneo, caminos de transitabilidad permanente y seguridad vial garantizada. En las deformaciones, agregado de materiales, ya sea tierra, material granular o escoria. Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 187

● **Figura 63 y 64.** Dos fotos de un Camino rural del Estado de Missouri, tomadas en el año 2020. Calzada completamente compactadas, sin vestigio de remociones frecuentes y elevada erosión, con empastado de cunetas y banquetas y conservación de vegetación espontánea en las veredas. Perfiles semiplanos, con coronamiento sin abovedar, las alcantarillas mayormente se colocan en forma transversal al camino y las laterales que se emplean, de ser necesarias, son de poco diámetro, debido a que el camino se encuentra al mismo nivel de rasante que los lotes linderos. Costa (2020) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 188

● **Figura 65 y 66.** Metodología vigente: remociones frecuentes, extracción lateral y eliminación de lo verde en todo el ancho de la zona de camino vs Metodología modificada -propuesta- : agregado de materiales, compactación y corte de paso en banquetas y cunetas. Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 189

● **Figura 67 y 68.** Metodología actual: movimiento de suelo de cuneta a cuneta, alteo y reconfiguración del abovedado y eliminación de lo verde vs Metodología propuesta: empastado de banquetas y cunetas, conservación de la vegetación espontánea en veredas, agregado de materiales en deformaciones y compactación. Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 190

● **Figura 69.** Camino principal de Santa Teresa (Santa Fe) de conexión a la zona rural; con remociones frecuentes de cuneta a cuneta, con un ancho de calzada que no condice con el tránsito y sin banquetas, y con eliminación del verde (vegetación) hasta el límite con las veredas. Su nivel de rasante va bajando progresivamente. Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022) pág. 190

● **Figura 70.** Camino rural con un ancho de calzada determinado por el tránsito, en el cual se deja avanzar libremente el crecimiento de la vegetación desde las banquetas, cunetas y veredas, manteniéndose en las dos primeras con cortes periódicos. Las remociones de suelo fueron eliminadas del grupo de tareas rutinarias de mantenimiento y, en su lugar, se realizan microcirugías y bacheos localizados con agregado de materiales para eliminar las deformaciones, hundimientos y huellas que se puedan ir formando. Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022). pág. 191

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA TEMÁTICA.

Hay una situación que se repite a lo largo y ancho del país: al desplazarnos desde cualquier centro urbano hacia el ámbito rural que lo rodea, podremos identificar una falencia que afecta en simultáneo a quienes viven o circulan diariamente por el mismo, muy notablemente también a la actividad más pujante de la Argentina: la agrícola-ganadera e, indudablemente, al ecosistema que este medio representa en sí mismo, es decir, al ambiente propiamente dicho tanto en lo que hace a la morfología del lugar, a su equilibrio natural, su adecuado funcionamiento e, incluso, a todas las especies que lo habitaban/habitan (vegetales y animales). Dicha falencia se refiere, por un lado, al estado en que se encuentran los caminos rurales que interconectan al campo con el pueblo, a los distintos campos entre sí y con las rutas propiamente dichas y, por otro, a su progresivo deterioro a causa de un inadecuado manejo-mantenimiento.

Sin dudas, plantear e instaurar en la sociedad un cambio de paradigma en las formas y metodologías que, desde hace muchísimo tiempo y casi por costumbre, se emplean para "mantenerlos" requiere de mucha dedicación y esfuerzo mancomunado de diversos actores. Por ello, con el propósito de alinearnos con esta causa y fomentar nuevos métodos que realmente conserven al medio y a sus características naturales -físico-químicas, estructurales, morfológicas- y preserven su integridad no solo como una vía de circulación de transportes sino como un verdadero ecosistema del que hacen uso infinidad de especies, decidimos materializar el presente trabajo.

El mismo tiene como objetivo analizar y evaluar, desde una mirada integral con base en lo ambiental, la Metodología de Manejo y Mantenimiento de Caminos Rurales utilizada en Argentina, sin modificaciones ni cuestionamiento alguno, desde hace 60 años para, de ser necesario, proponer mejoras que minimicen su impacto ambiental.

En nuestro caso, y como en cierto modo se puede predecir, la elección de dicho tema surgió a partir de la conjunción de una multiplicidad de razones:

- es importante para la sociedad toda debido a que estos caminos son los que interconectan todo el territorio nacional haciendo posible el traslado de lo producido en el seno del ámbito rural, lo cual no solo es para consumo local sino que, en gran medida, se exporta;
- a pesar de dicha importancia, su manejo y mantenimiento está muy poco estudiado (mayormente en lo que a lo ambiental hace), recibe fondos sumamente limitados y no satisface ni siquiera las necesidades básicas de asegurar transitabilidad permanente y

seguridad vial para quienes los circulan sino que, por el contrario, se encuentran cada vez en peor estado;

- representa, en simultáneo, una problemática y una necesidad de mejora observada desde hace mucho tiempo en la cotidianeidad de nuestra vida de pueblo y, para la cual sabemos, hoy existen alternativas mucho más convenientes, inofensivas y prometedoras (lo que hace que de la preocupación interna de años queramos, desde donde nos es posible contribuir, pasar a la acción);

- los ecosistemas de los que forman parte estas vías no solo son ambientes llenos de vegetación autóctona con importantísimas funciones ecosistémicas sino también el hábitat de numerosas especies animales sin embargo, más allá de esto, se ven notable y periódicamente alterados por la intervención que se realiza sobre los mismos;

- los métodos convencionales que se vienen utilizando ni siquiera cumplen la función que los mueve: *no garantizan realmente una circulación segura por estas vías* ni mucho menos, sino que incluso atentan contra la misma tanto en días normales como, mucho más, en aquellos con inclemencias meteorológicas y en cualquier tipo de rodado, desde los de mayor porte a los más pequeños que cotidianamente los transitan.

Dichos motivos, hicieron más que evidente el hecho de que este debía ser inequívocamente el tema de tesis elegido para dar cierre, con un aporte tan necesario como importante para la sociedad y el medio, a esta carrera tan especial.

En lo que al contenido hace, el mismo se dividió en 3 capítulos, cada uno de los cuales responde a un objetivo específico en particular. Partimos de una importante contextualización teórica para aunar criterios y facilitar la comprensión de todo lo desarrollado a continuación, sustentado en dicha base teórica inicial sobre este tipo de caminos y sus principales aspectos relacionados. Seguidamente, nos enfocamos en todo lo concerniente a la Metodología de Mantenimiento vigente en nuestro país para pasar luego a indagar en las metodologías empleadas en otras partes del mundo, de las cuales extrajimos ideas, pautas, criterios, planteamientos y prácticas consideradas como primordiales y enriquecedoras para mejorar la propia en lo que a lo ambiental respecta y convertirla en una metodología mucho más integral e inofensiva; acto seguido se profundizó también en una alternativa gestada entre profesionales interdisciplinarios de nuestro país cuyos principios coinciden, en gran medida, con lo observado como conveniente en dichas metodologías extranjeras. Finalmente, en el último capítulo, nos dispusimos a evaluar comparativamente la Metodología actual y una nueva versión modificada de esta (cuyas acciones y lineamientos básicos se definieron en base a lo adquirido en la investigación previa de

aquellas otras alternativas metodológicas existentes) en lo que al impacto ambiental de sus acciones sobre el entorno hace. La evaluación se llevó a cabo en 2 etapas, una para cada versión contemplada, sobre un escenario hipotético en el que se encontrasen todos los potenciales componentes del medio que, en cierto caso, pudieran verse afectados y empleando como herramienta la Matriz de Leopold ampliada, tomada de la tercera edición de la Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Guía de Conesa Fernández-Vítora (2000). Una vez concluida la misma, se procedió al análisis de los resultados, a partir de los cuales no solo se obtuvieron innumerables conclusiones sino que también se elaboraron gráficos y tablas para facilitar su comprensión y comparación.

Como adicional, se incorporó un anexo fotográfico para clarificar ilustrativamente y evidenciar con testimonios reales todo lo que en el trabajo se ha ido comentando y desarrollando.

Verán que los resultados hablan por sí solos y demuestran que, las tareas que hace tantos años naturalizamos como obvias para “reacondicionar” los caminos rurales en realidad no tienen ninguna vinculación con el verdadero significado del término “mantener” que todos conocemos. En adición, más allá de que en nuestro caso podíamos inferir, por lo conocido y la experiencia, hacia dónde iban a enfocarse tales resultados, en ningún caso podríamos haber previsto los detalles y alcances de los mismos.

En consecuencia, esperamos que este "viaje" a lo largo del presente documento les produzca la misma emoción y satisfacción que hemos sentido a medida que en su elaboración fuimos avanzando y que los resultados se fueron manifestando y los deje, no solo un poco esperanzados sino más bien, a futuro, muy ilusionados.

OBJETIVOS.

General:

Analizar, desde el enfoque ambiental, la metodología de mantenimiento de caminos rurales actualmente utilizada en Argentina para, de ser necesario, proponer mejoras que minimicen su impacto ambiental.

Específicos:

1. Describir y evaluar/analizar la metodología de manejo y mantenimiento de caminos rurales vigente en nuestro país.
2. Examinar otras alternativas metodológicas existentes y seleccionar componentes de las mismas propicios de adoptar desde el punto de vista ambiental.
3. Fundamentar la potencial necesidad de modificar la metodología actual mediante la evaluación del impacto ambiental en sus dos formas (previa y posterior a la modificación).

CAPÍTULO 1.

Iniciaremos el presente capítulo definiendo los conceptos y términos más relevantes del tema en cuestión y haciendo una rápida pero indispensable contextualización dentro del mismo, esto último a los fines de ponernos en sintonía en cuanto a los conocimientos que luego daremos por sabidos y entendidos a lo largo de este y los demás capítulos a desarrollarse. Así, para empezar comentaremos a qué se hace referencia específicamente al hablar de “caminos rurales”, su importancia, las partes que los componen, sus principales aspectos y características como así también otras cuestiones útiles de conocer para el abordaje de metodologías que haremos a continuación. Cerrando este primer capítulo, repasaremos lo ocurrido en la historia de nuestro país en este rubro y finalmente nos dispondremos a describir la metodología de conservación y mantenimiento de caminos rurales vigente, comentando tanto las tareas que la conforman como los factores a tener en cuenta, las situaciones en las que se aplican y los deterioros a los que dan respuesta.

1. DEFINICIONES INTRODUCTORIAS.

1.1 Caminos.

Como bien sabemos, un camino es una franja de terreno casi siempre modificada por el hombre, en diferentes medidas, para otorgarle ciertas características y condiciones que se consideran más adecuadas y convenientes para la circulación de los vehículos (Zeoli et al, 2020). El objetivo de dicha modificación es convertirlo en un medio destinado a satisfacer demandas de la población en cuanto a comunicación, traslado de bienes y personas, producción, comercialización, desarrollo, defensa, integración y turismo.

1.2 Caminos rurales.

Ahora bien, mientras que los autores Borello y González (2021) enuncian que la expresión “caminos rurales” es más bien

un concepto impreciso cuya especificidad está dada por su función: alimentan las rutas secundarias y troncales, conectan pequeños asentamientos humanos (parajes, caseríos, pueblos) entre sí y con aglomeraciones urbanas más grandes, son los vasos capilares que permiten el desarrollo de las actividades productivas y sociales en las zonas rurales y consideran que no los define ni el hecho de que unan asentamientos humanos a través de zonas rurales (las rutas troncales cumplen esa misma función), ni el tipo de jurisdicción que los administra (hay caminos rurales de jurisdicciones nacionales, provinciales y locales), ni el material del que está hecha su superficie (si bien en su mayoría son de tierra, además existen de ripio y de asfalto)

en la cotidianeidad de nuestro lenguaje, cuando hablamos de caminos rurales nos referimos, tal como se define en la Guía de Caminos Rurales y Seguridad Vial del Ministerio de Transporte de la Nación Argentina, a “aquellas vías de tierra cuya finalidad principal es la de facilitar la circulación de vehículos livianos o pesados y equipos para el transporte de bienes o personas para uso comercial y social”.

Los caminos rurales constituyen un recurso vinculado estrechamente al desarrollo de las comunidades locales y, sobre todo en un país tan extenso como el nuestro, las políticas públicas aplicadas a la planificación, gestión y obras de infraestructura de transporte permiten mejorar la calidad de vida de las personas (Ministerio de Transporte de la Nación, 2019). Así,

desde la perspectiva de las actividades productivas, representan el soporte material de los flujos de materias primas, pero también son la condición para el ingreso de la fuerza de trabajo, los insumos y los servicios necesarios para su producción. Desde la perspectiva del desarrollo social, cumplen una función central al propiciar (o no) el acceso a la educación, la salud y otros derechos fundamentales de las comunidades rurales. En suma, los caminos rurales son elementos de un sistema amplio e interdependiente para el cual resulta indispensable que se encuentren en óptimas condiciones. (Borello y González, 2021)

A partir de lo citado ya podemos rápidamente inferir la relevancia que tienen tanto el estado de los caminos rurales como su conocimiento, debido a que son verdaderos condicionantes del desarrollo socioproductivo local, regional y nacional (Ministerio de Transporte de la Nación, 2019).

Por otro lado, los caminos rurales son dinámicos, sensibles a las transformaciones productivas y al cambio climático. En el primer caso, porque las actividades cambian la forma en que se articula la demanda de materias primas de origen rural, y además estas actividades hacen distintos usos de los caminos (por ejemplo, la producción lechera hace un uso más intensivo que la producción hortícola). En el segundo caso, porque la estacionalidad (las lluvias, las inundaciones, las sequías, etc.) incide en la transitabilidad de los caminos, definiendo épocas de mayor o menor deterioro. (Borello y González, 2021)

1.2.1 Categorización de la red vial.

Hay varias cuestiones significativas por las cuales se puede considerar lógico que los caminos rurales –de aquí en más referidos simplemente como “caminos”–, constituyentes en su mayoría de la llamada Red Terciaria de Carreteras (que detallaremos a continuación),

merezcan recibir gran atención, importantes esfuerzos asociados a su conservación y destinación de fondos para la concreción de acciones asociadas a esta última; la primera de ellas es su longitud relativa con respecto a la totalidad de las vías que conforman la Red vial del país, es decir a los caminos que conforman las redes Primaria y Secundaria (que normalmente reciben un mayor presupuesto y, en concordancia, mayor atención y mantenimiento).

En cuanto a esto, antes de continuar cabe aclarar que, según la Asociación Argentina de Carreteras [AAC] (2018), se entiende por:

- **Red primaria:** aquella constituida por los corredores que vinculan provincias y unen capitales o regiones importantes del país, los cuales conducen el mayor volumen de tránsito, preponderan los viajes de larga distancia y, por dicha razón, se encuentran prácticamente pavimentados en su totalidad.

- **Red secundaria:** aquella constituida por los caminos que unen poblaciones de una provincia o provincias limítrofes vinculándose con la red troncal en forma subsidiaria; por tanto, se considera que por ella se realizan viajes de media distancia.

- **Red terciaria:** aquella constituida por caminos que vinculan fundamentalmente a las propiedades rurales con las redes secundarias y primarias y todo otro camino que no esté comprendido en la anterior clasificación. Se encuentran preponderantemente bajo la jurisdicción de comunas o municipalidades, siendo los viajes que se realizan por ellos generalmente de corta distancia y con volúmenes de tránsito significativamente bajos.

Así, el sistema de transporte argentino está diseñado como un sistema de vasos arteriales comunicantes que van desde los caminos rurales terciarios o vecinales a los provinciales y de allí al sistema nacional de transportes (AAC, 2018).

Y, por otro lado, en lo que a las longitudes de dichas redes respecta, debido al amplio desconocimiento, la no existencia de valores certeros y la incongruencia entre las diversas fuentes consultadas, decidimos enumerar específicamente lo que las mismas exhiben:

- Longitud según tipo de superficie de las redes nacional y provincial, según datos publicados a la fecha por el Consejo Vial Federal (Tabla 1).

Tabla 1.

Cuantificación km que componen la red nacional y provincial según el CVF.

Red vial argentina	Longitud total en km.			
	Pavimentada	Mejorada	Calzada natural	TOTAL
Nacional (2014)	36558	2731	909	40198
Provincial (2019) ¹	48457	40396	109965	198791
				238989

Consejo Vial Federal (extraído en 2022)

- Según el Informe “*Caminos rurales. Por un desarrollo rural en sentido amplio*” (2017) del Honorable Senado de la Nación Argentina citado por Fanelli (2022), el Sistema Vial Argentino está conformado por:

- 37.800 km de la red primaria o nacional,
- 174.750 km de la red secundaria o provincial,
- **415.960 km de la red terciaria;**

en el cual también se mencionaba lo siguiente: “...cabe aclarar, que los **camino de tierra** se hallan mayormente en la red terciaria, pero también existen en la red primaria y secundaria, alcanzando un total de **más de 500.000 km.**”

- En adición, en el Reporte N° 39493 del Banco Mundial “*Infraestructuras Rurales en Argentina. Diagnóstico de Situación y Opciones para su Desarrollo*” (2007) se indica que los caminos rurales que corresponden a la red secundaria o terciaria de tierra o ripio constituyen aproximadamente **551.755 km** y que los kilómetros exclusivos de la red terciaria son **400.140 km.**

- Por otra parte, tal como cita Fanelli (2022), la Secretaría de Agroindustria del Ministerio de Producción y Trabajo – Presidencia de la Nación – en su página web menciona que, en Argentina, la Red Vial está compuesta por 638.327 km, de los cuales **400.000 km** corresponden a **camino rurales.**

¹ Se consideraron en el recuento las Redes Primaria y Secundaria es decir, no se incluye la Red Terciaria, ni caminos municipales ni vecinales (por tanto, la información obtenida es una estimación subdimensionada y sirve solo a modo ilustrativo de la situación real).

- De igual manera, en el documento de Trabajo N° 118: “La infraestructura rural en Argentina” de la Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas de 2012, Bermúdez menciona que: “En Argentina la red terciaria de caminos, o caminos rurales, alcanza a aproximadamente a **400 mil kilómetros**, según estimaciones de AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola)”.

- Por último, como se citó en Fanelli (2022), el Informe II de la Estrategia Nacional de Infraestructura de Caminos y Transporte Rurales del Ministerio de Transporte de la Nación (actualmente discontinuada) de 2018 mencionaba que el Sistema Vial Argentino está conformado por 40.198 km de la red nacional, 200.476 km de la red provincial y 432.074 km de la red vecinal.

Por todo lo expuesto se concluye que, si bien la red terciaria es la que presenta la mayor incertidumbre respecto a su longitud, sucede algo similar con las demás jerarquías de red.

La segunda cuestión de relevancia contemplada es la creciente demanda y uso que tienen debido a las actividades rurales y el aumento en la productividad agraria: Argentina es un país cuyas condiciones geográficas y climáticas, entre otras, lo han convertido en líder mundial en producción y exportación de agroalimentos y, considerando que, por un lado, más del 90% de la carga total (Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina -FADA-, 2017) se moviliza por transporte carretero y, por otro, que la ubicación de las unidades productivas se encuentra mayormente en entornos rurales -conectados por caminos de tierra-, puede interpretarse rápidamente lo clave que resultan estas vías en dicho desarrollo. Sin embargo, como bien sabemos, hoy día prestan un servicio bastante deficitario para los usuarios debido al alto grado de intransitabilidad, permanente o semipermanente, estimado por ejemplo en 100 días al año en el caso de la Región Pampeana (Banco Mundial, 2007). Las causas son variadas, pudiendo mencionarse que debido a la baja o inadecuada conservación, el aumento de las precipitaciones en algunas zonas sumado a la baja capacidad de retención de agua que presentan actualmente los suelos y el menor consumo de agua por hectáreas que termina desembocando en los caminos, la sequía y el incremento de la intensidad de los vientos y tormentas en otras zonas, la erosión hídrica y eólica en general y la erosión causada por el aumento del tránsito en estas vías, los caminos pierden 10 cm de altura al año (FADA, 2017), entre otros factores que debilitan su estado. Por tanto, la necesidad de aprovechar las potencialidades con las que la naturaleza ha dotado al país y el esfuerzo de los productores por mejorar la producción, requiere el desarrollo de un sistema de transporte que colabore con los ellos y, por ende, con el progreso del país (Fanelli, 2022) y permita superar el cuello de botella que engendra esta situación y que cotidianamente limita el aumento de las exportaciones y la

mejora de la productividad, así como el objetivo final de lograr un crecimiento y desarrollo sostenido tendientes a la reducción de la pobreza (AAC, 2018).

En cuanto a esto, Miazzo, el Director de la FADA, se ha expresado aún más para ser claros con la problemática y sus alcances:

La producción granaria creció exponencialmente, se transportan 10 veces más toneladas pero se hace sobre los mismos caminos que hace 50 años y se registra un aumento de precipitaciones y disminución del tiempo al pico de caudal notorio. En un país donde más del 90 por ciento de la producción se moviliza por transporte terrestre sólo el 12 por ciento de los caminos están pavimentados, el 82 por ciento son de tierra y el 6 por ciento están mejorados. Sólo en la Pampa Húmeda hay cerca de 270.000 km de caminos de tierra que atienden a unos 330.000 establecimientos productivos; sin embargo, las consecuencias no recaen sólo sobre los que viven del campo (que enfrentan una considerable caída en sus ingresos y una enorme pérdida de competitividad) sino sobre todos los sectores de la sociedad, ya que el mal estado de los caminos termina impactando en el precio en la góndola. (2017)

Así, el no poder sacar los productos del campo (ganado, leche, cereales, etc.) en el momento indicado o ingresar las máquinas, herramientas y transportes cuando se los requiere para llevar adelante las tareas para las cuales el tiempo apremia, o tener que hacerlo igual con altos perjuicios no solo implica enormes pérdidas, grandes gastos y roturas para estos y/o mayores distancias recorridas sino que el aumento de los costos se traslada a todo el resto de la cadena productiva, a las mercaderías y al bolsillo de todas las personas, tanto del campo como de la ciudad (Miazzo, 2017). Además, por estos caminos también circulan peatones, ciclistas, motovehículos, vehículos traccionados a sangre de todo tipo y hasta incluso tropillas de animales mediante la técnica de arreo los cuales también se ven notablemente perjudicados por el mal estado de estas vías (AAC, 2018); es casi innecesario explicitarlo por lo obvio que resulta pero claro está que dicho deterioro vial trae asociado siempre un aumento del número de accidentes, lesiones y/o muertes y demás consecuencias conexas (factiblemente prevenibles) (Comité Técnico 2.5 de la Asociación Mundial de la Carretera -PIARC-, 2016).

Por último cabe mencionar que si bien, según la provincia de que se trate, la responsabilidad sobre dichos caminos, su conservación y mantenimiento puede estar a cargo de las autoridades de las comunas y/o municipios a los que corresponden o de entidades formadas específicamente para este propósito, conocidas como consorcios camineros (a modo de ejemplo de ambas situaciones se pueden mencionar los casos de las provincias de Santa Fe y Córdoba respectivamente), en todos los casos, más allá de quién

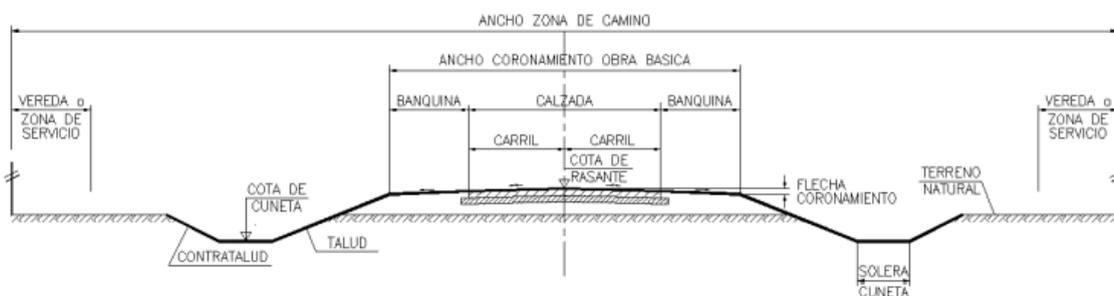
tenga dicha incumbencia en cada lugar, los recursos (tanto económicos como técnicos y humanos) con los que se cuenta para este fin son siempre escasos e insuficientes para la infinidad de acciones que, por el mal estado de dichos caminos, periódicamente los usuarios demandan de realizar (AAC, 2018).

1.3 Zona de camino y sus partes.

Cuando hablamos de la **Zona de Camino** (Figura 1) no nos referimos simplemente al sector por el cual circulan los vehículos sino a toda la franja de terreno que va desde alambrado a alambrado, es decir que ha sido afectada, en cierto medida, por la construcción del camino.

Figura 1.

Perfil transversal tipo rural (calzada bicarril indivisa).



Zeoli et al (2020).

1.3.1. Calzada.

Por el contrario, la calzada sí es la parte (o franja) del camino que efectivamente está destinada al paso de vehículos (Zeoli et al, 2020), a la circulación del tránsito; junto con las banquetas constituye el “*coronamiento del camino*” (Figura 1).

1.3.2. Carril.

Esta la denominación que se le da a la franja longitudinal con un ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos (Zeoli et al, 2020) (Figura 1); dicho ancho al igual que la cantidad de carriles que conformen la calzada dependen de diferentes factores: en principio de la topografía y del volumen de tránsito, luego del tipo de vehículos que circulan por la zona, etc.

1.3.3. Banquinas.

Las banquetas son las zonas contiguas a la calzada (Figura 1) que se destinan para el estacionamiento provisorio y momentáneo de vehículos (por ej. en situaciones de emergencia); además, ejercen funciones de contención lateral de aquella, evitándose de

esta manera su deterioro. Por otra parte, al tratarse de un espacio adicional libre de obstáculos mejoran la fluidez en la circulación vehicular y aumentan la capacidad de la calzada.

El tipo de superficie de las banquetas debe ser contrastante con el de la calzada a fin de desalentar su uso para la circulación de vehículos, sin embargo, se deben diseñar para soportar las cargas de aquellos que eventualmente deban hacer uso de ellas bajo cualquier condición climática (Zeoli et al, 2020). Al igual que los carriles, deben tener una pendiente transversal, función del tipo de superficie, que asegure el correcto desagüe del coronamiento y no poner en riesgo a un vehículo que por alguna situación de emergencia deba recurrir a detenerse o circular por ella, sin ser excesiva y presentando condiciones favorables para resistir posibles procesos erosivos.

1.3.4. Cunetas.

Las cunetas son el sector dentro de la zona de camino destinado a encauzar el agua hacia los sectores más bajos, bañados o cursos de agua y cuyo objetivo es captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial proveniente de los campos linderos y de la lluvia que cae sobre el coronamiento del camino, permitiendo el drenaje longitudinal al camino. Son generalmente de sección triangular o trapezoidal y, en este último caso, están conformadas por un talud, un contratalud y una **solera** (plano casi horizontal que, entre talud y contratalud, forma el fondo de la cuneta) (Figura 1). Además, deben satisfacer dos condiciones básicas: no provocar procesos erosivos ni permitir acumulación de sedimentos. Por otra parte, debe procurarse que no sean muy profundas, a fin de lograr una completa visibilidad de las mismas por parte de los conductores (Zeoli et al, 2020).

1.3.5. Taludes.

Al hablar de talud nos referimos sencillamente a una superficie inclinada respecto a la horizontal con una determinada pendiente que se diseña bajo condiciones de estabilidad y seguridad para el caso de necesitarse para una eventual circulación o ante una pérdida del control vehicular dentro del coronamiento del camino. Así, el cuerpo de cualquier camino queda complementado por dos planos inclinados los cuales unen los bordes del coronamiento con el fondo de las cunetas (Figura 1) o con el terreno natural en caso de que estas no existan (Zeoli et al, 2020) y son utilizados como soporte del núcleo del terraplén.

1.3.6. Contrataludes.

Mientras que, cuando hablamos de contratalud, nos referimos a la superficie inclinada que une la solera de cada cuneta con la vereda que tiene a su lado. Estos pueden tener pendientes mayores que las requeridas para los taludes ya que, al estar más alejados del

coronamiento, poseen menores requerimientos en cuanto a la seguridad, pudiendo llegar a adoptar valores de pendientes compatibles con la estabilidad del suelo in situ (Zeoli et al, 2020) (Figura 1).

Todas las partes mencionadas hasta aquí constituyen lo que comúnmente se suele denominar “**obra básica**” que, ilustrativamente, sería todo el ancho en el que el terreno está resaltado con un trazado de línea más gruesa en la Figura 1.

1.3.7. Veredas.

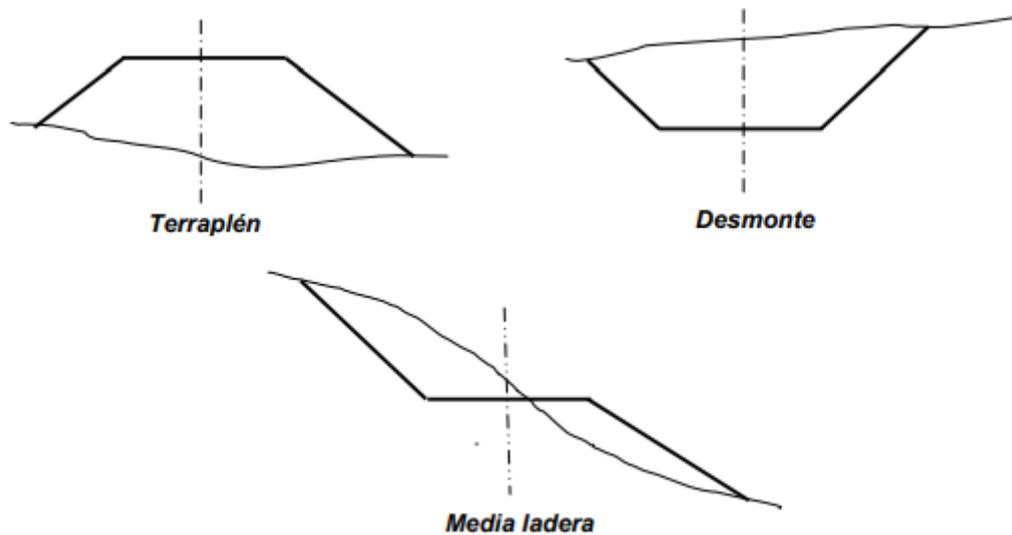
Por su parte las veredas son franjas de ancho variable que se encuentran entre las cunetas y los alambrados -límite de parcelas- (Figura 1), en las que normalmente se produce el desarrollo de la biodiversidad del lugar, aunque dicho crecimiento se encuentra coartado debido a que, periódicamente, las mismas son utilizadas como canteras para hacer extracción lateral de material para conformar la calzada. Desde una concepción teórica, las mismas son consideradas como franjas de reserva para alojar servicios públicos o privados (gasoductos, líneas eléctricas, fibra óptica, etc.), facilitar tareas de mantenimiento, funcionar como caminos de servicio para maquinaria agrícola y favorecer el desarrollo paisajístico (Zeoli et al, 2020).

1.3.8. Coronamiento o plataforma.

Finalmente, como ya se mencionó más arriba, el coronamiento del camino (o plataforma) es la parte de la carretera, incluyendo las banquetas, destinada al uso vehicular (Figura 1), la cual puede desarrollarse totalmente por sobre el terreno natural, denominándose **en terraplén**, o totalmente por debajo del mismo recibiendo el nombre de **en desmonte**; sin embargo, si parte del coronamiento está en terraplén y parte en desmonte se lo denomina **mixto** o **a media ladera**; dichas 3 situaciones pueden observarse en la Figura 2 (Zeoli et al, 2020).

Figura 2.

Tipos de coronamiento.



Zeoli et al (2020).

Las intersecciones entre los planos de banquetas, taludes, soleras de cunetas, contrataludes y terreno natural, deben ser redondeadas de manera de obtener una mayor identificación entre los mismos. Esto, además de lograr un favorable aspecto estético, mejora las condiciones de desagüe de las aguas pluviales, reduciendo los procesos erosivos y las tareas de mantenimiento.

1.4 Perfil transversal.

Cuando hablamos de “Perfil” de un camino nos referimos, más técnicamente hablando, a su Sección o Corte Transversal, que es la vista que se logra del mismo al atravesarlo por un plano vertical perpendicular a la proyección horizontal de su eje (Zeoli et al, 2020). En términos del Diccionario de la Construcción lo dicho sería “la representación gráfica de las secciones que resultan en una obra lineal al cortar por planos verticales perpendiculares al eje de dicha obra y que define el trazado en alzado. En ellos aparecen representados la rasante, el terreno, los taludes, los desmontes y los terraplenes.”

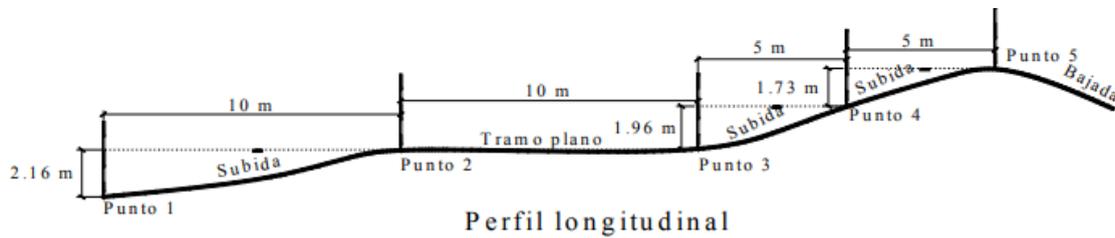
Para continuar, resulta necesario definir dos términos específicos, a saber:

1.5 Perfil longitudinal.

Cuando hablamos de rasante -o perfil longitudinal- (Figura 3) de un camino nos referimos a la línea que define la altimetría del eje del camino y mediante la cual pueden verse representadas las subidas, bajadas y las curvas que las empalman.

Figura 3.

Rasante o perfil longitudinal de un camino rural.



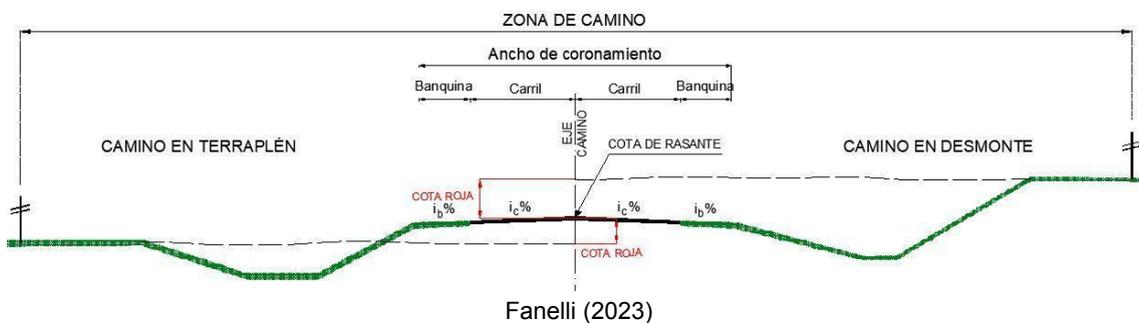
Manual para Mejoramiento de Caminos Rurales con el Uso de Mano de Obra Intensiva del Programa PAST de Las Segovias (2005).

1.6 Cota roja.

Mientras que, cuando hablamos de cota roja nos referimos a la diferencia de altura entre la cota del camino (cota rasante) y la del terreno natural; esta puede ser positiva o negativa y variar a lo largo del tiempo (de acuerdo a las modificaciones que vaya sufriendo cada tramo con el correr de los años). En la Figura 4 se pueden apreciar ambas situaciones:

Figura 4.

Cota roja con valor positivo y negativo, correspondientes respectivamente a un camino que se encuentra en terraplén o en desmonte con respecto al terreno natural.



En adición, tal como plantea la AAC en su Manual, aunque el camino se encuentre en situación de desmonte el mismo puede tener o no un perfil transversal deseable con la conformación de cunetas mínimas para el encauzamiento de los caudales provenientes de las precipitaciones pluviales (Figura 5a). Sin embargo, en la práctica y en líneas generales, actualmente los caminos de tierra presentan 2 dificultades:

- severas erosiones, tanto hídricas como eólicas, que han dejado su rasante por debajo del nivel de los campos adyacentes.
- bajos niveles de conservación.

Las cuales conllevan a que el perfil del mismo resulte inadecuado (Figura 5b) y con cunetas ineficientes generando por tanto que el agua se deposite en la calzada formando “pantanos” producidos por la combinación de dicha permanencia con el tránsito, lo que se traduce en ahuellamientos importantes que terminan por transformar al camino en intransitable (prestando entonces un inadecuado servicio a los usuarios).

Figura 5a.

Perfil deseable de un camino rural.



Figura 5b.

Perfil inadecuado de un camino rural.

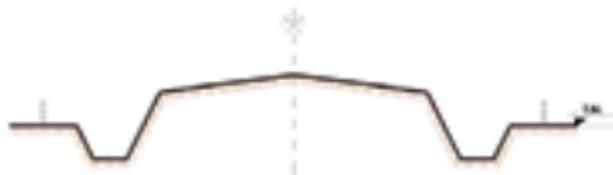


Manual de Caminos Rurales de la AAC. (2018)

A pesar de ello, el mismo Manual plantea que siempre se contempla como situación ideal que el perfil transversal del camino sea como el de la figura 6, abovedado, alteado y en terraplén con respecto al terreno natural y que se conserve en condiciones adecuadas, requiriendo para tal fin contar con un plan plurianual de conservación y mantenimiento o eventualmente un shock inicial, para poner a la red en el estado deseado mediante tareas de alteo y conformación.

Figura 6.

Perfil transversal ideal de un camino rural.



Manual de Caminos Rurales de la AAC. (2018)

Sin embargo, este enunciado no es del todo correcto ya que no es indispensable que el camino se haya diseñado o encuentre en terraplén para que escurra y permanezca óptimo y transitable; tal como se anticipaba, el mismo puede haber sido diseñado en desmonte y funcionar perfectamente, siempre y cuando todas las condiciones y partes del mismo hayan sido adecuadamente diseñadas y confeccionadas: con las cunetas y las pendientes necesarias para que todo el agua escurra debida y apropiadamente. Por su parte, si el planteamiento se basara en asegurar mayor distancia a las napas esto no es siempre una regla y hay miles de posibilidades según sea el lugar en cuestión: la napa puede estar a

metros de profundidad, a una profundidad intermedia y ascender por capilaridad aunque el camino se haya alteado o a poca profundidad e igualmente funcionar adecuadamente. Por ello, en cada caso particular lo “ideal” deberá determinarse de acuerdo a las condiciones del sitio y muchas veces podrá incluir tramos en desmonte, lo que realmente debe garantizarse siempre es tener escurrimiento tanto transversal como longitudinal, más allá de a qué altura o profundidad se encuentre la calzada con respecto a los campos linderos.

1.7 Anchos de los elementos del coronamiento.

El ancho de los carriles y las banquetas depende de las dimensiones de los vehículos que los circulan, de su velocidad y de la categoría del camino (la cual depende, a su vez, de la intensidad del tránsito y la topografía). Teniendo en cuenta que la máxima velocidad en caminos bien conservados de este tipo es de 70 km/h y excepcionalmente de 80 km/h, el ancho de la calzada en caminos de dos carriles debe ser elegido de forma tal que permita una separación de un metro entre vehículos que circulen en sentido opuesto, por tanto se consideraría aceptable un ancho de unos 5 o 6 metros (AAC, 2018), lo cual coincide con el ancho que podemos observar al recorrer la mayoría de los caminos de nuestro país y con lo que se puede deducir a partir de lo establecido por Vialidad Nacional en los valores normalizados para carreteras pavimentadas en función de las distintas categorías existentes: se propone un ancho de 6m. para un camino de la más baja categoría, es decir, V categoría -camino con un TMDA² de < 150veh/día- (Zeoli et al, 2020) por tanto, para los caminos en cuestión que se consideran de bajo tránsito por tener un TMDA < 50 veh/día (AAC, 2018), se puede asumir que dicho ancho mínimo lógicamente sería menor (cabe aclarar aquí que se toman estos datos como parámetro debido a que, a la fecha, en nuestro país no existen tales valores para los caminos rurales de calzada natural sobre los que nos enfocamos en este trabajo).

1.8 Pendiente transversal.

Otra característica de fundamental importancia es el bombeo, gradiente o pendiente transversal (inclinación entre 2 puntos) del camino que corresponde a la inclinación existente en las partes del coronamiento³ y que se expresa en porcentaje: la relación entre el cambio en elevación y la distancia recorrida y la cual jamás debe suprimirse porque asegura la evacuación del agua de lluvia hacia las cunetas, evitando que se acumule sobre el camino y por tanto favoreciendo su buen estado de conservación.

² TMDA: Tránsito Medio Diario Anual.

³ Lo mínimo, que pocas veces ocurre, es que haya 2 pendientes; en general son varias, como si fuera por franjas. Aclaración: cuando hablamos de coronamiento nos referimos tanto a la calzada como a las banquetas que normalmente tienen diferentes pendientes que aquella.

Aunque en el resto del mundo no siempre es así, la mayoría de los caminos que existen en nuestro país tienen un ancho que contempla al menos 2 carriles y, en todos ellos, el bombeo -y por tanto el escurrimiento dado por las pendientes- se realiza hacia ambos lados del terraplén (siendo la rasante el punto más alto del mismo) siempre que se trate de tramos rectos; mientras que, cuando se trata de zonas curvas o de transición la situación es diferente: las pendientes se configuran de tal modo que ambos carriles y 1 banquina evacúan hacia uno de los lados y la otra banquina hacia el otro. En caso de tratarse de un único carril podría optarse también por esta segunda forma.

El valor mínimo de dicha pendiente transversal será función del material (suelo, material pétreo o granular, césped, etc.) del que esté constituida cada parte de la zona de camino (calzada, banquetas, etc.) y de la terminación superficial que se le haya dado a este.

1.9 Drenaje (Los caminos y el drenaje).

Toda obra vial modifica el escurrimiento superficial de las aguas provenientes de lluvias o deshielos, debido a la presencia de la obra básica necesaria para desarrollar el coronamiento que permitirá satisfacer una determinada demanda de tránsito vehicular. Sin embargo, ninguna de las obras propias de un camino debe quedar sin desagüe ni provocar modificaciones sustanciales en el primitivo escurrimiento superficial de las aguas.

En tal sentido, los desagües de una obra vial están constituidos fundamentalmente por dos sistemas que, en conjunto, aseguran el correcto escurrimiento del agua al cumplir dos condiciones:

- Rápida evacuación de las aguas, no permitiendo que las mismas provoquen embancamientos ni depósitos semipermanentes de aguas que afecten la estabilidad de las obras del camino.
- Control de los procesos erosivos provocados por los elevados caudales y las altas velocidades de escurrimiento de las aguas.

Dichos dos sistemas son el sistema **colector** que está generalmente definido por las cunetas que se construyen contigua y paralelamente al eje del camino, y que recogen las aguas pluviales provenientes de la zona de camino y de la cuenca de aporte, llevándolas hasta los puntos de evacuación, alcantarillas y desagües transversales, los cuales definen el segundo sistema llamado **evacuador** (Ferreyra y Fanelli, 2020).

Continuando, y en línea con lo expuesto, cuando hablamos de “**drenaje**” nos referimos tanto al drenaje del agua superficial (escorrentía) como al drenaje del agua subterránea. Es indispensable que los caminos tengan un drenaje y taludes adecuados para que los mismos

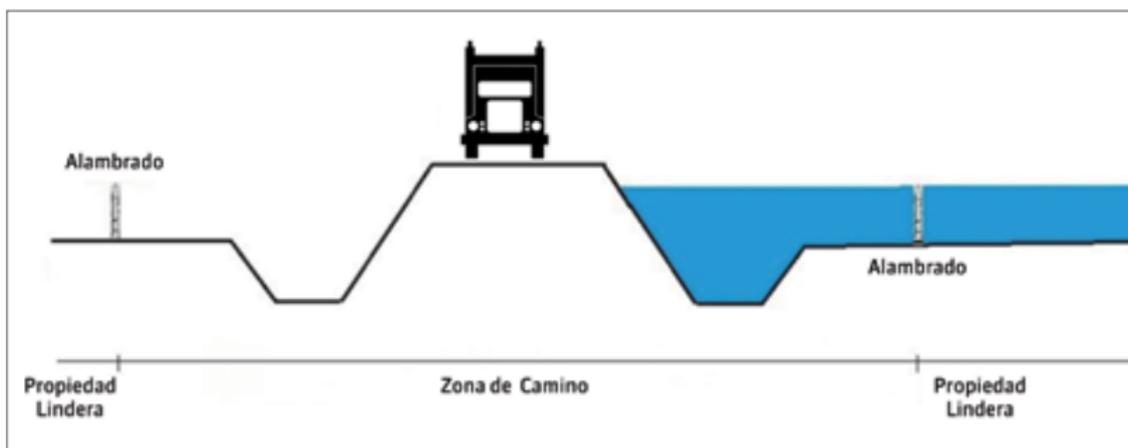
sean de bajo impacto al ambiente, buena estabilidad y, por tanto, tengan bajos requerimientos de mantenimiento (Weaver et al, 2014).

Independientemente del momento en que se haya trazado y “construido” el camino, sin lugar a dudas ha implicado una modificación en el paisaje del lugar, en el ecosistema que allí existía y en el libre escurrimiento de las aguas en dicho terreno; en lo que a esto último respecta y debido al estado en el que se encuentran hoy día nuestros caminos por el manejo que se les ha dado durante tantos años, pueden darse 2 situaciones diferentes pero igualmente perjudiciales y que, por ello, se deben prevenir (AAC, 2018):

1. que el camino actúe como **embalse** (Figura 7): causando la inundación de uno o varios campos linderos [según la topografía de la zona y en qué dirección escurre el agua -lógicamente en forma transversal al camino-] (Manual de Caminos Rurales de la AAC, 2018). Esta situación se evita recurriendo al diseño de cunetas de drenaje longitudinal y de drenajes transversales al camino mediante la construcción de alcantarillas o badenes.

Figura 7.

Efecto embalse.

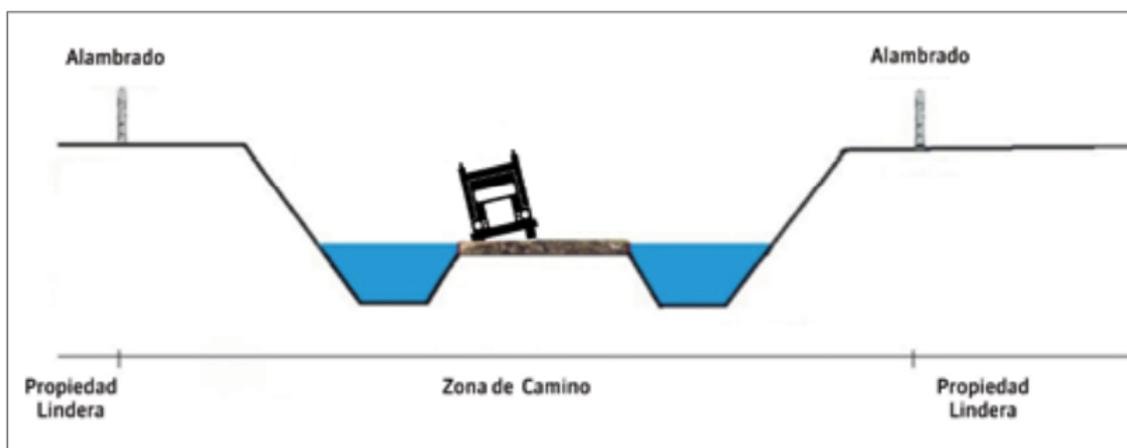


Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018).

2. que el camino actúe como **canal** (Figura 8): implicando directamente la inundación de toda la zona de camino, tornándolo intransitable; esto ocurriría en caso de que las cunetas hayan perdido las características que le garantizaban un adecuado escurrimiento longitudinal, por tanto se evita asegurando que este último siempre se mantenga (Manual de Caminos Rurales de la AAC, 2018).

Figura 8.

Efecto canal.



Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018).

Como se mencionó previamente, la evacuación del agua caída y existente tanto en el camino como aquella excedente que, al no haberse infiltrado, venga de los campos linderos se logra gracias a la construcción de diferentes **estructuras de drenaje** para evitar su acumulación en tales sitios y las lógicas consecuencias asociadas; dichas obras son básicamente estructuras que se conforman e instalan para controlar, desviar o conducir el agua hacia fuera o a través de un camino, incluyendo pero no limitándose a alcantarillas, puentes, zanjas de drenaje, vados y drenes empedrados.

En concordancia, el dimensionamiento, la ubicación de tales obras de drenaje, su espaciamiento, sus protecciones y su mantenimiento son una de las prácticas fundamentales para la gestión de los caminos rurales y, en todo momento, se debe contemplar la premisa básica ya mencionada: lograr asegurar la continuidad del escurrimiento del agua presente.

El primer paso para abordar un proyecto hídrico que forme parte y respalde a otro aún más amplio e integral de mantenimiento y conservación de caminos rurales en general, consiste en llevar adelante la determinación de las cuencas de aporte, lo que requiere observar desde las grandes cuencas hasta las derivaciones que inciden en la zona en estudio. Luego se debe analizar la información hidrológica y meteorológica de dicha zona, las condiciones fisiográficas del lugar y características del suelo (topografía, composición y estructura, tipo de cobertura vegetal, manejo y uso de suelo: prácticas agrícolas desarrolladas, capacidad de almacenamiento, etc.), las pendientes de la cuenca, etc. y las evoluciones en el tiempo de todos ellos para llegar a la estimación de los caudales de las cuencas atravesadas por el camino, luego al diseño de las obras que incluirá la definición de las

secciones en función de dichos caudales, pasando antes por aspectos estadísticos para estimar, por ejemplo, la tormenta de diseño para los 25, 50 o 100 años siguientes según la característica de la obra de drenaje transversal, ya que dicha evolución determinará lo que ocurra posteriormente. Así, hipotéticamente, si evolucionan hacia una mayor precipitación pluvial, a un menor almacenamiento de agua en el suelo y a una mayor escorrentía ante el aumento de impermeabilización de este último, todo ello se traducirá en un aumento de los caudales que alimentan las cunetas de desagüe, en adición al agua proveniente de la calzada del camino (AAC, 2018). Ello explica que, en la etapa de diseño de un nuevo camino o tramo de camino, sea necesario y fundamental proyectar tanto el sistema colector como el evacuador acorde a lo esperado y que contemplen tales sucesos ya que, de lo contrario, luego podría ser necesario, por ejemplo, reemplazar las colocadas por otras mayores y esto probablemente requeriría ampliar la zona de camino en desmedro de las superficies de las propiedades linderas productivas y, consecuentemente, la obra básica del terraplén del camino se haría cada vez de mayor volumen, lo que presentaría la necesidad de explotar más yacimientos de suelos aptos para caminos, finalizando en obras con alta inversión inicial y mayores costos de mantenimiento (AAC, 2018).

En adición, el tratamiento topográfico y el diseño de la rasante de los caminos también inciden en el factor hidráulico y en otros factores de la conservación (AAC, 2018).

1.9.1 Obras (estructuras) de drenaje.

A continuación, describiremos aquellas obras de drenaje que cotidianamente se utilizan en los caminos rurales de nuestro país, permitiendo el paso del agua longitudinalmente, es decir de forma paralela a la dirección de la vía, o transversalmente, ya sea por debajo del camino -obras de arte menores o alcantarillas transversales y obras mayores o puentes- o, excepcionalmente y solo en lugares de bajo tránsito, por encima de este -vados- (Ferreyra y Fanelli, 2020):

1.9.1.a Cunetas: (Figura 9) tal como se definió previamente son zanjas poco profundas construidas a lo largo del camino con el propósito de colectar el agua no solo de este sino de toda la cuenca de aporte al mismo y transportarla hasta un punto adecuado para eliminarla. Su forma y el tamaño de su sección transversal se determinan en función del caudal que deban evacuar; además, aunque normalmente no ocurra, pueden ser revestidas, esto dependerá de la velocidad de escurrimiento dada por las pendientes y de las características del suelo, que determinará su posibilidad de erosión. En este sentido, para disminuir una indeseada y excesiva erosión en su interior existen otras alternativas posibles como ser utilizar sangrías, retardadores, saltos y rápidos o zanjas de guardia (Ferreyra y Fanelli, 2020).

Figura 9.

Cuneta de desagüe longitudinal.



Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018).

A su vez, en caso de que lo que se necesite sea enviar el agua de la cuneta de un lado del camino al otro (por ejemplo para evitar inundaciones de las propiedades linderas al camino por una excesiva acumulación del agua en su interior) o permitir y garantizar la continuidad de un curso de agua que debe cruzar el mismo, se deberán construir obras de drenaje transversal.

1.9.1.b Alcantarillas: (Figura 10) se trata de tuberías de drenaje hechas generalmente de metal o concreto, de sección redonda o rectangular, e instaladas por debajo de la superficie del camino o de los accesos a las propiedades linderas u otros caminos que lo cruzan (en este caso se estarían usando para no interrumpir el drenaje longitudinal). En tal sentido, de acuerdo a su ubicación y al uso que se les dé hablaremos de alcantarillas **transversales** que son las que pasan por debajo del camino y se emplean tanto para evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan al camino como para dar alivio y drenar el caudal de agua que conducen las cunetas longitudinales de desagüe o de alcantarillas **laterales** que son las que se colocan cuando hace falta interrumpir una cuneta para dar acceso a un frentista o campo o a otro camino perpendicular al camino en cuestión.

Siempre el extremo que actúa como salida de estas debe ser más bajo que el de entrada para garantizar que el agua escurra, por gravedad, a través de ellas, es decir, tienen una cierta pendiente para asegurar el escurrimiento y la circulación natural, cuyo valor dependerá del terreno natural y otras consideraciones de diseño.

En adición, su ubicación óptima depende de su alineamiento y pendiente, a fin de garantizar el paso libre del flujo sin que afecte su estabilidad y el espaciamiento entre ellas vendrá definido por el estudio de las cuencas generadas y por la topografía que incide en el proyecto en general (AAC, 2018).

Figura 10.

Alcantarilla transversal de sección múltiple.



Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018).

1.9.1.c Vados o badenes: (Figura 11) En este caso, los badenes son estructuras simples que sirven para hacer cruzar el agua de un lado a otro del camino y que se utilizan cuando el nivel de la rasante de este coincide con el nivel del fondo del cauce del curso natural o del fondo de la cuneta de drenaje que intercepta su alineamiento (AAC, 2018). Como ventajas, estas estructuras por un lado permiten pasar el flujo con los sólidos que se presentan esporádicamente y con mayor intensidad durante periodos lluviosos y por otro, dada la simplicidad de su construcción, pueden utilizarse en casos de emergencia cuando no ha sido posible el emplazamiento de una alcantarilla y los caudales son muy bajos o intermitentes.

Figura 11.

Badén en período de estiaje.



Manual de Caminos Rurales de la AAC (2018).

1.9.1.d Puentes: (Figura 12) Estas estructuras son las más fáciles de interpretar por tanto no requieren una definición exhaustiva, lo que sí cabe destacar es que son las más caras relativamente hablando pero frecuentemente resultan ser las más seguras y convenientes para el cruce de arroyos, canales y ríos debido a que se pueden construir fuera del cauce de estos y con ello se minimizan los cambios al canal, la excavación o la colocación de rellenos en el cauce natural. (Keller y Sherar, 2004; Weaver et al, 2014) Además, al utilizarlos se minimiza la alteración del fondo natural de tales cursos naturales, no implican retrasos en el tránsito una vez construidos y resultan ideales para la migración de peces y demás fauna presente en aquellos. Sin embargo, para ello se necesita tomar en cuenta aspectos detallados del sitio y hacer un análisis y diseño hidráulico específico.

La ubicación del puente y sus dimensiones las deberían determinar idealmente un ingeniero, un hidrólogo y un biólogo que trabajen de manera conjunta formando un equipo (Keller y Sherar, 2004). Siempre que sea posible, se deben construir en un punto donde se estreche la sección transversal del cauce y ubicarse en una zona subyacente por roca sana o por suelo grueso o enrocamientos adecuados como sitio de construcción, con buenas condiciones de cimentación, para evitar las fallas más comunes que se deben a la socavación ante la presencia de material finos en la cimentación. Por otro lado, deben diseñarse de manera que tengan la capacidad estructural adecuada para poder soportar el vehículo más pesado que pudiere circular por dicho camino.

Son preferibles las estructuras de concreto porque pueden ser relativamente simples y baratas, requieren de un mantenimiento mínimo, y tienen una vida útil relativamente larga en la mayoría de los ambientes (Keller y Sherar, 2004).

Figura 12.

Puente de ladrillos y metal que permite la continuidad del camino rural por sobre el río que cruza debajo del mismo.



Pxhere, fotos libres de autor desconocido (s.f.)

En definitiva, conforme a todo lo hasta aquí desarrollado, resulta clave entender que un adecuado diseño del perfil transversal y zona de camino con las obras de arte necesarias para su drenaje sumados a un plan de mantenimiento sostenible en el tiempo afectarán positivamente tanto a los costos logísticos y de tareas de rutina como al impacto ambiental generado por el transporte y demás actividades asociadas (Castagnino J. et al, 2018).

1.9.2 Reglas prácticas adicionales para el drenaje de caminos rurales. (Manual de Caminos rurales de la AAC, 2018)

Desde el punto de vista del drenaje hidráulico, los aspectos que deben tenerse en cuenta tanto para el diseño y construcción de caminos como para las tareas de conservación y mantenimiento periódicas posteriores son los siguientes:

- **Drenaje superficial eficiente de la calzada:** la superficie del camino necesita configurarse de tal manera que el agua se disperse y desplace fuera de él lo más rápido y frecuentemente posible, evitando así las posibles concentraciones de agua que promueven su rápido deterioro; a este propósito contribuye el tener los peraltes adecuados y las pendientes longitudinales ondulantes.

- **Control del agua en las cunetas longitudinales**, para evitar tanto su estancamiento, acumulación y posterior desborde como velocidades, arrastre de materiales y erosión excesivos.
- **Control del agua y erosión en la entrada y salida de alcantarillas**: el agua debe controlarse, encauzarse e intentar disipar su energía en ambos extremos para prevenir los efectos de la erosión, que conlleva a la destrucción de las cabeceras y alcanza hasta la estructura de la obra básica del camino. Para evitar la socavación regresiva de la cuneta longitudinal se pueden usar en la estructura o cámara de entrada obras de mampostería, concreto o metal para el control del agua de la cuneta y su efectivo encauzamiento y para evitar la obstrucción de la entrada se recomienda el uso de rejillas. También es importante en la salida del drenaje transversal incorporar disipadores de energía que eviten la erosión y posterior formación de quebradas por debajo de la estructura protegida.
- **Cruces de arroyos**: deben ser tan cortos como resulte posible y colocarse de manera perpendicular al cauce, ya que una mala elección de su ubicación puede implicar no solo una costosa instalación sujeta a fallas sino también un daño ambiental considerable. Se pueden lograr con puentes o alcantarillas como así también, cuando la situación lo permita, utilizar badenes perpendiculares al drenaje natural y con muy poco ancho.
- **Selección y diseño adecuado de alcantarillas** en función del caudal de diseño, del buen drenaje y de un adecuado acceso para el mantenimiento y limpieza.

2. TAREAS DE CONSERVACIÓN/MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES.

2.1. Un poco de historia.

Legislativa y regulatoriamente hablando, la primera política que abordó la temática de los caminos rurales data del año 1907, cuando se sancionó la llamada Ley Mitre, ley N° 5.315, que creó un fondo específico para su financiación (Fanelli, 2022); en aquel entonces, la misma buscaba fomentar la creación de caminos de acceso a las estaciones de trenes a través del aporte de un porcentaje de la recaudación bruta de las compañías ferroviarias. Como consecuencia, entre 1933 y 1943, el 20% del tendido vial se logró producto de su aplicación. Luego, las compañías ferroviarias comenzaron a perder injerencia y el desarrollo de los caminos rurales quedó librado al esfuerzo de los vecinos, comisiones de fomento, intendentes o presidentes comunales.

En 1932 tuvo lugar la creación de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y de un fondo nacional conformado por un impuesto a la nafta y los lubricantes mediante la sanción de la Ley N° 11.658 (Fanelli, 2022). Dicho fondo debía ser destinado al estudio, trazado,

construcción, mejoramiento y conservación de caminos y obras anexas, mientras que la DNV fue creada para proyectar y ejecutar la red nacional de caminos y dinamizar las actividades económicas, logrando la integración definitiva del territorio. En los años siguientes, el intenso accionar de dicha Dirección logró una red nacional de rutas y caminos provinciales enlazados entre sí, sin embargo, la red terciaria quedó relegada dado el criterio imperante en la época que se basaba en el volumen de tránsito y los costos.

Esta situación continuó siendo la misma por varios años, la red de caminos rurales no recibía ningún tipo de atención por parte de las autoridades hasta que, en los años 50, el crecimiento del transporte automotor, la pérdida de carga del ferrocarril y la expansión agraria, pusieron de manifiesto la necesidad de lograr un desarrollo de los caminos alimentadores de las redes de mayor jerarquía (Fanelli, 2022).

Así, en tal marco, en 1956 se sancionó el Plan Nacional de Caminos de Fomento Agrícola que actuó como una política explícita de caminos rurales, cuyo objetivo era la construcción, mejoramiento y conservación de caminos que comunicasen las unidades productivas con las estaciones ferroviarias, puertos y caminos pavimentados (Salomón, 1956) y estableció fondos para su financiamiento provenientes de la Nación y de la retención agropecuaria (Fanelli, 2022).

En el marco de este plan se sancionaron diferentes legislaciones con fines específicos, como el Decreto-Ley N° 9.875, el cual creó dos sistemas de caminos agrícolas: por un lado los de primera categoría, delegados a las provincias adheridas al plan, que constituirían colectoras para la conexión con las redes pavimentadas provinciales y nacionales; y, por otro lado, los de segunda categoría constituidos por los caminos de penetración directa que facilitarían la salida de la producción agrícola; estos caminos se realizarían por el régimen de consorcios camineros (Fanelli, 2022).

El plan previó una estructura descentralizada donde cada municipalidad adscripta debía conformar dos organismos, una Comisión Vial honoraria de cinco miembros presidida por el intendente y consorcios camineros constituidos por al menos cinco vecinos interesados (Fanelli, 2022). La Comisión se abocaría al estudio de las necesidades viales locales y los consorcios camineros tendrían a su cargo la ejecución y financiación del aporte mínimo del 20% del costo de los trabajos. De este modo se fijaron dos principios básicos: la intervención de la municipalidad y el aporte del beneficiario directo, el cual podía ser en forma de mano de obra, dinero, equipos, cesiones de tierra, etc. Los poderes centrales brindaban asistencia técnica y el resto de los fondos necesarios, que en primera instancia provenían de aportes del gobierno nacional y luego fueron incorporados fondos provenientes de las exportaciones, le otorgaban una estructura permanente al plan.

También se dictó el Reglamento de los Consorcios Camineros Vecinales y los Estatutos de las Comisiones Viales.

Al año siguiente se creó la Escuela de Ingeniería de Caminos, dependiente de la DNV y en 1958 se sancionó el Decreto-Ley 505 que, además de crear el Consejo Vial Federal (CVF) para darle celeridad a las obras, establecía modificaciones en la estructura financiera, ampliando los recursos y modificando la distribución en beneficio de las provincias (Fanelli, 2022).

Tres años más tarde, en 1961, se celebró el Primer Congreso Vial Municipal de la Provincia de Buenos Aires y cuatro años después, en el Segundo Congreso Vial, se enfatizó en la descentralización vial y se discutió sobre el rol de los consorcios y las comisiones municipales proponiendo la creación de un fondo vial municipal para obras viales rurales (Fanelli, 2022).

Mientras tanto, por los alcances y aplicación del Plan Nacional de Caminos de Fomento Agrícola, para 1963 ya se contaba con una longitud construida de 10.000 km de caminos de primera categoría y el sistema de caminos de segunda categoría contaba con una longitud construida y/o conservada de 70.000 km. (Fanelli, 2022).

Las provincias se fueron adhiriendo al mismo y, para ello, se veían obligadas a presentar un plan concreto de mediano-largo plazo y generar comisiones zonales (Fanelli, 2022).

Así, el éxito del plan se tradujo en una red de 400.000 km, de los cuales alrededor de 120.000 km se localizaban en la provincia de Buenos Aires, sin embargo, el sistema fue despojado de recursos a partir de 1976 y la expansión y el mantenimiento de la misma quedaron, hasta la fecha, notablemente truncados y subsumidos a lo poco que puede hacerse con los limitados recursos que se le destinan (Fanelli, 2022).

2.2. La Metodología vigente propiamente dicha.

Ya habiéndonos contextualizado e introducido en términos generales en el tema, es momento de referirnos específicamente a la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales vigente e implementada sin cuestionamiento alguno, como una verdad imperiosa, desde hace al menos 60 años en nuestro país. Es decir que, actualmente, año 2023, seguimos sosteniendo prácticas que, convenientes o no, vienen desde los años 50 - 60 sin siquiera poner en tela de juicio sus fundamentos y/o implicancias. Es por ello que, a continuación, nos abocaremos a comentarlas, revisarlas y luego, en el capítulo siguiente, contemplar otras alternativas existentes en el mundo.

Partiremos de describirla tomando como base lo establecido en el Manual de la Asociación Argentina de Carreteras (2018) y en la Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de Transporte de la Nación (2019).

Como puntapié inicial resulta de utilidad mencionar la descripción de la situación actual de los caminos que surcan nuestro territorio hecha al inicio de la Guía recién citada, obtenida como resultado de un relevamiento preliminar de estos:

El diagnóstico expeditivo demostró un alto interés de la temática del transporte rural, escasez y deficiencia en la información de la infraestructura vial rural, inadecuación de los caminos por desactualización al sistema productivo vigente, escaso o nulo mantenimiento con excepciones, mala distribución de capacidades y habilidades operacionales y de gestión a lo largo del país, desarticulación entre jurisdicciones. (Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de Transporte de la Nación, 2019)

Tal como se plantea en el Manual de Caminos Rurales de la Comisión de Caminos Rurales de la AAC publicado en el año 2018, históricamente, el mantenimiento de este tipo de caminos se basó en:

- El presupuesto del año anterior, actualizado y ajustado en función de algunas cuestiones y necesidades, como por ejemplo la inflación.
- Actuar en función de las demandas o quejas de los productores.
- La experiencia relativa adquirida por administradores locales, técnicos y maquinistas.

Sin embargo, estos criterios generalmente carecen de racionalidad, sustento técnico/científico comprobado y eficiencia; lo cual, al combinarse con la escasez de presupuesto que se les destina y el creciente uso de estas vías, trae aparejados perjuicios directos tanto para la seguridad vial y todos los factores productivos que tiene asociados como también para el estado y conservación de los caminos propiamente dichos.

Es por ello que resulta necesario incorporar a su gestión personal competente tanto en lo que al aspecto vial hace como en lo que a las tareas de mantenimiento y conservación respecta, lo cual no solo implica profesionales del rubro de la Ing. Civil, sino también del área ambiental, agronómica y/o biológica. Todo este expertiz debe confluir en la elaboración de un plan de gerenciamiento y manejo que anualmente se vaya revisando y ajustando (contemplando la mejora continua y la incorporación de nuevos conocimientos y tecnologías existentes) y esté especialmente adaptado a las condiciones particulares de los caminos

que le sean propios; esto último es fundamental debido a que las características de los mismos son muy variables y diferentes a lo largo y ancho de todo el territorio nacional por tanto, la manera en la que se conserven y mantengan aquellos también deberá ser diferente y específica para las condiciones y características que se identifiquen en cada sitio o zona particular.

Como es lógico, el Plan de Gerenciamiento y Manejo que se elabore deberá contar con determinadas metas y objetivos como así también con estrategias y un plan de acción conformado por una serie de tareas que permitan alcanzarlos.

Haremos aquí una salvedad ya que, aunque bien sabemos a lo que se refieren los términos conservación, manejo y mantenimiento resulta importante aclarar que cuando de gerenciamiento hablamos nos referimos a la administración o gestión de lo que se trate, es decir, a llevar a cabo un proyecto integrando recursos tales como el capital, los bienes, el tiempo, los recursos humanos, la información y el conocimiento, convirtiéndolos, mediante la planificación, organización, control y liderazgo, en algo más grande que su simple suma y orientando su aprovechamiento al logro de los objetivos previamente definidos.

Para este caso en particular, los componentes de la red vial que conformarían el sistema de gerenciamiento de conservación serían:

- **Inventario de la red vial:** relevamiento de caminos, estado de conservación de los mismos, estado de obras de arte, etc.

En tanto, los elementos que deben ser atendidos en la conservación de un camino serán:

- Estado de la calzada y sus banquetas.
- Drenajes transversales.
- Drenajes longitudinales o laterales.
- Ubicación y estado de alcantarillas.
- Limpieza de préstamos.
- Elementos de seguridad vial (señales reglamentarias, preventivas, orientativas, barandas, etc.).
- Puentes (estado de la estructura, necesidades de mantenimiento).

- **Inventario de la cobertura** (factibilidad técnico-operativa): inventario del parque vial (estado del mismo), su mantenimiento, estimación del costo operativo de cada equipo, disponibilidad operativa, personal a cargo y su grado de capacitación.
- **Definición de tramos y jerarquización de los mismos.**
- **Base de datos conteniendo información histórica.**
- **Presupuesto real.**
- **Horizontes de planificación alternativos** (metas alternativas).
- **Priorización de proyectos.**
- **Identificación de mejores procedimientos de conservación, mantenimiento y rehabilitación.**

Sin embargo, todo esto que el Manual propone desde la teoría donde el reto de mantener de manera eficiente una red vial de tierra parte de conocer verdaderamente la misma (su longitud, alcantarillas, puentes, señales, etc.) y, en consecuencia, los alcances de las tareas que deberán realizarse (para luego jerarquizarlas, conformar un plan de trabajo de conservación anual y perianual, estimar los costos asociados y administrar los recursos con los que se cuenta), dista mucho de lo que realmente se hace en la práctica: partir de considerar con qué maquinaria se cuenta y luego ir viendo qué tareas hacer para simplemente mantener conformes a los productores.

Debido a que el conocimiento del patrimonio vial y su problemática ayudan a formular y diseñar propuestas de planificación posibilitando una racional toma de decisiones (Sun et al, 2010) y continuando con lo que está propuesto teóricamente, es momento de comentar que existen diversas maneras o criterios para clasificar los caminos rurales pero generalmente dicho propósito se logra diferenciándolos mediante categorías de importancia que responden a la magnitud del tránsito que soportan; en relación a este último, cabe aquí detenernos para hacer mención de ciertas peculiaridades, a saber:

- Una de las características principales del tránsito en este tipo de caminos es su **heterogeneidad**.
- Su **utilización** es casi siempre marcadamente **estacional**, con una gran incidencia de los factores meteorológicos y con grandes fluctuaciones en su tránsito medio diario anual (*TMDA*).
- La **gran variedad de tipos de vehículos** que circulan por ellos, como camiones, tractores, maquinarias agrícolas, automóviles, entre otros, les confiere un carácter especial.

2.2.1 Clasificación de caminos rurales.

Dicho esto, contemplando que también resulta necesario diferenciarlos para determinar las intervenciones que requerirán recibir, podemos decir que, tal como anticipábamos recientemente y conforme a lo que establece el Manual de Caminos Rurales de la AAC del año 2018, los caminos rurales se pueden clasificar por:

2.2.1.a. su función principal:

- Caminos de servicio a poblados, escuelas rurales, etc.
- Caminos de servicio a zonas de producción (agrícolas, ganaderas, lácteas, etc.).
- Caminos de servicio a otras zonas (potenciar zonas forestales, por ejemplo).

2.2.1.b. su importancia relativa dentro de la red:

- Caminos principales o de primer orden: constituyen los ejes del transporte dentro de las zonas a las que sirven. Parten de los núcleos urbanos en forma radial y con frecuencia se enlazan entre sí conectando pequeñas localidades. Tienen acceso a redes pavimentadas.

- Caminos secundarios o de segundo orden: de menor tránsito que los principales, se conectan a estos y también lo suelen hacer a las redes pavimentadas.

- Caminos terciarios, terminales o de tercer orden: de escaso tránsito, dan acceso a una o pocas parcelas y se conectan a los caminos secundarios o en ciertos casos a los principales.

2.2.1.c. jurisdicción:

- Nacionales.
- Provinciales.
- Municipales.

Siendo el segundo el criterio el que normalmente se utiliza para su diferenciación; luego se hace necesario también adoptar una forma de identificarlos mediante su designación, es decir, una nomenclatura para darle a cada camino o tramo de camino un nombre diferente.

Para poder georreferenciar la red y los elementos que en ella se encuentran se pueden utilizar distintas herramientas que faciliten tanto las tareas de relevamiento - navegadores satelitales de mano, apps (aunque no tengan una elevada precisión), etc.- como las de visualización posterior -usando para ello por ej. un SIG-.

Todo este desconocimiento y falta de organización no constituye una situación ilógica, por el contrario es resultado y muestra del poco interés que históricamente se ha tenido sobre

estas vías, más allá de la evidente importancia que hoy aún más pero que siempre han tenido, data de aquella parte de la que nadie se hace cargo, responsabilidad que se patearon por decenas de años unos con otros sobre una problemática que eternamente se saldó de momento pero que nunca se resolvió de raíz o se intentó mejorar a largo plazo, lo cual no solo hizo que el problema permanezca vigente y aparezca demandante de respuestas cada 2 o 3 meses en los escritorios de las autoridades locales sino que se agudice y empeore notablemente la situación (y el estado de los caminos en sí mismos y de los ecosistemas que forman parte).

Ahora bien, debido a que mayormente se han desarrollado (y siguen haciéndolo) según caprichosos criterios acordados (y a veces no tanto) inclusive entre vecinos y sin contar con una asistencia técnica pertinente, claro está que los caminos rurales no se adaptan a un diseño parametrizado y normalizado y, por tanto, tampoco se pueden atender todos de la misma forma: resultaría imposible enunciar en forma genérica las tareas de mantenimiento exactas a aplicar en ellos y que estas verdaderamente resuelvan las problemáticas particulares y diversas que a cada uno le son propias y acontecen en diferentes condiciones y momentos. Es una realidad crucial a tener en cuenta y siempre vigente, testimoniada tanto a escala universal por lo que, allá por 1987, expresaban los autores estadounidenses Eaton, Gerard y Datillo en su artículo *Un método para calificar las carreteras sin asfaltar*: “Alrededor de dos tercios de los sistemas de carreteras en los Estados Unidos y el 90% de las carreteras de todo el mundo están sin asfaltar o de bajo volumen. No existe un sistema de gestión único y reconocido para mantener eficazmente estas carreteras.” como a escala nacional por lo citado por el Ministerio de Transporte de la Nación Argentina en su Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales: “La vastedad de situaciones a lo largo del país hace imposible abarcar situaciones con condiciones particulares” (2019). Es por ello que todos los manuales, guías y propuestas asociadas al tema detallan y deberán detallar contenidos de forma general y luego, quien deba aplicarlos determinar y escoger cuáles le resultan apropiados a los caminos que debe contemplar y sobre los que tendrá que trabajar.

2.2.2 Factores a tener en cuenta (Manual de Caminos rurales de la AAC, 2018):

- Agua.
- Viento.
- Tránsito.
- Uso de suelo.
- Composición y tipo de suelo.
- Humedad de suelo.
- Temperatura ambiente.

- Precipitaciones.

Las razones son fáciles de interpretar: la erosión total de estas vías, es decir, la pérdida del material del suelo en la red de caminos que incluye tanto la erosión hídrica (donde el medio de transporte del material es el agua) como la erosión eólica (donde el medio es el aire o viento) y la erosión generada por el paso de vehículos, tiene 3 causas fundamentales, las recién citadas: agua y viento y la tercera con la que se conjugan de distintas maneras: el tránsito y uso de suelo. A su vez, los efectos sobre el camino propiamente dichos dependerán por un lado del tipo de suelo de que se trate y por otro de la humedad que tenga el mismo. En adición, dicho grado de humedad depende de la temperatura ambiente y las precipitaciones caídas en cada lugar, parámetros que constituyen un dato fundamental a considerar a la hora de programar las acciones que conformen el plan de mantenimiento viario:

1) Si la humedad del suelo es cercana a la óptima las distintas tareas de mantenimiento serán realizadas en forma eficiente.

1) La temperatura media mensual influye en el mantenimiento de la humedad óptima de trabajo en el suelo, por tanto debe ser tenida en cuenta fundamentalmente en tareas de perfilado o reconstrucción de los caminos.

2) Los vientos, a considerarse sobre todo en épocas de secas, actúan degradando y erosionando constantemente la rasante del camino.

3) El agua, en sus diversas formas, es cuantitativamente el factor que más afecta la transitabilidad de los caminos de tierra.

4) Las precipitaciones determinarán la humedad del suelo y los posibles períodos de sequías o inundaciones. En concordancia, siempre es preciso contemplar los meses de mayor registro pluviométrico (en nuestro país de enero a abril y de octubre a diciembre) debido a que hay trabajos que, para que resulten eficientes (e incluso no perjudiciales para la transitabilidad), se deben hacer antes y otros después de la época de lluvias.

2.2.3. Tipos de deterioro y evaluación. (Manual de Caminos Rurales de la AAC, 2018):

- **Irregularidad superficial:** deformaciones que se encuentran en toda la superficie del camino y que generan una mayor rugosidad, lo cual influye directamente en el confort del usuario.

- **Deformaciones localizadas:** baches o depresiones cóncavas, generalmente de menos de 1m. de diámetro; sin embargo, su crecimiento es rápido debido a que sirven de puntos de acumulación de agua, debilitándose los bordes y capas subyacentes.

- **Deformación longitudinal:** ahuellamiento o depresión coincidente con la huella del camino que generalmente es causado por las repeticiones de las cargas.

- **Corrugaciones u ondulaciones:** lomadas, crestas y valles con muy poca separación a intervalos regulares, generalmente perpendiculares a la dirección del tráfico. Este tipo de deterioro es causado por el tránsito y la erosión eólica y aumenta progresivamente en épocas de sequía.

- **Pérdida del perfil transversal:** cuando se presentan pendientes escasas o nulas hacia las cunetas laterales el agua se acumula sobre la superficie sin poder drenar adecuadamente, lo cual resulta altamente perjudicial porque disminuye la capacidad portante del suelo a la vez que incrementa la velocidad de deterioro del camino. También debe mencionarse la falta de continuidad del perfil transversal del camino hacia las cunetas debido a la mala costumbre en el perfilado de “cunetear” sobre el camino, ocasionando que con el tiempo se acumule material entre el camino y la cuneta y el drenaje pase a ser inexistente, convirtiéndose el camino en una cuneta.

- **Pérdida de materiales:** se produce por erosión eólica y pluvial. Sin embargo, el tránsito también es un agente externo crucial que actúa desgastando y provocando la volatilidad del suelo, acrecentándose en épocas de secas, sobre todo en suelos muy finos.

- **Drenaje:** la falta de capacidad de las cunetas para evacuar los excedentes hídricos es una de las causas del deterioro acelerado de los caminos, como también la no presencia de alcantarillas laterales (en los accesos a campos y propiedades) y transversales (por debajo del camino).

En base a lo detallado y de acuerdo a lo que propone la AAC en su Manual, con una evaluación visual de dichos parámetros podremos categorizar la condición en la que se encuentran los distintos tramos puntuándolos mediante un llamado **Índice de deterioro** cuyo valor irá de 10 para el caso de un camino en perfectas condiciones hasta 0 para caminos prácticamente intransitables; para este propósito nos será de utilidad lo detallado en la Tabla 2 aquí presentada:

Tabla 2.

Índice de deterioro para evaluación del estado de caminos rurales.

Imagen Comparativa	Estado	Deterioro Existente	Índice
	Muy bueno	Irregularidades superficiales: escasas o nulas Deformaciones localizadas: no hay Ahuellamiento o deformación longitudinal: no hay Corrugaciones u ondulaciones: no hay Pérdida del perfil transversal: no hay Pérdida de materiales: no hay o mínima Drenaje: bueno	9 a 10
	Bueno	Irregularidades superficiales: pocas Deformaciones localizadas: bajas Ahuellamiento o deformación longitudinal: apreciables Corrugaciones u ondulaciones: mínimas Pérdida del perfil transversal: escasa Pérdida de materiales: escasa Drenaje: bueno	7 a 8
	Regular	Irregularidades superficiales: moderada Deformaciones localizadas: media Ahuellamiento o deformación longitudinal: importante Corrugaciones u ondulaciones: algunas Pérdida del perfil transversal: moderado Pérdida de materiales: moderado Drenaje: con deficiencias puntuales	4 a 6
	Malo	Irregularidades superficiales: elevadas Deformaciones localizadas: altas Ahuellamiento o deformación longitudinal: excesivo Corrugaciones u ondulaciones: altas Pérdida del perfil transversal: importante Pérdida de materiales: apreciable Drenaje: malo	1 a 3

Asociación Argentina de Carreteras (2018).

2.2.4. Tareas de mantenimiento de rutina. (Manual de Caminos Rurales de la AAC, 2018)

La determinación del estado de los tramos que conforman un camino mediante el Índice recién presentado nos permite identificar las necesidades de mantenimiento en los mismos y cuáles serán las acciones a implementarse, es decir, las tareas que se requiere ejecutar, de qué tipo e intensidad, con qué prioridad o urgencia y con qué periodicidad se considera que serán necesarias.

De forma genérica, las tareas de conservación que normalmente se aplican en los caminos de nuestro país y cuya elección se basa en el estado de deterioro de los mismos son:

2.2.4.a Perfilado sin extracción lateral: se trata de un perfilado liviano en el que solo se rectifican irregularidades de superficie del camino reconvirmando la pendiente

transversal, sin intervenir ni modificar taludes ni cunetas; el mismo se ejecuta con motoniveladora, palas de arrastre y rabastos y, para poder concretarlo, el camino no debe observarse erosionado ni con demasiada pérdida de material, en cuyo caso debería efectuarse un alteo o reconformación. Además, la utilización sistemática de equipos de arrastre, sin alternar con reconformado, puede ocasionar severas pérdidas de material.

Se escoge cuando el Índice de deterioro está comprendido entre 7 y 8, en cuyo caso la obra básica se mantiene intacta; la cantidad de repasos anuales a efectuarse varía en función del tipo de suelo, el tránsito y principalmente de la intensidad y cantidad registrada de precipitaciones. Generalmente se ejecuta después de las lluvias sobre una superficie de rodamiento ligeramente húmeda, pero nunca en épocas de sequías, puesto que el deterioro que se produce es mayor que lo que se pretende corregir.

Figura 13.

Perfilado sin extracción lateral.



Asociación Argentina de Carreteras (2018).

2.2.4.b Perfilado con extracción lateral: a diferencia del anterior, consiste en extraer suelo desde taludes y contrataludes para restituir, en la medida de lo posible, parte del material que el camino perdió por erosión. Se puede realizar con motoniveladora exclusivamente o utilizarse además rastra y tractor para desmenuzar el suelo y siempre debe evitarse incorporar material vegetal en la zona de rodamiento, para lo cual suele ser útil la ejecución en dos etapas: una primera de roturación del suelo de préstamos con disco y luego de un período en el que se seca la materia vegetal, su incorporación al terraplén del camino.

Cuando el índice de estado del camino es regular (4 a 6, con moderadas irregularidades superficiales, pocos ahuellamientos, moderada pérdida del perfil transversal y drenajes tapados) se deberá realizar este tipo de mantenimiento, el cual permitirá realizar una

limpieza de las cunetas y una recuperación del perfil transversal de la calzada sin la necesidad de realizar grandes movimientos de suelos.

Figura 14.

Perfilado con extracción lateral.



Asociación Argentina de Carreteras (2018).

2.2.4.c Reconstrucción con extracción lateral: en este caso se requiere la utilización de otro equipamiento además de una motoniveladora, como puede ser una retroexcavadora, pala cargadora o topadora, ya que es necesario extraer suelo en grandes proporciones siguiendo los mismos lineamientos descritos en el punto anterior. Se debe optar por una reconstrucción en los casos en que el Índice de estado del camino es muy bajo (ID 1 a 3, con grandes ahuellamientos, escasez de obra básica, pérdida de material, pérdida del perfil transversal y malos drenajes) para poder reconstruir la obra básica, subir el nivel de la rasante y mejorar el abovedamiento (cota roja y flecha) de la sección transversal. Generalmente se realiza en épocas de secas o con el suelo ligeramente húmedo, cuando el nivel freático ha bajado lo suficiente como para poder hacer la extracción lateral del suelo a incorporarse sobre la calzada. En adición, el momento de hacer estas tareas de mejora se debe calcular, lógicamente, para minimizar la erosión del suelo, darle tiempo a la vegetación a arraigarse antes de que comiencen las precipitaciones fuertes y para que el equipo pesado no tenga que trabajar sobre suelos demasiado húmedos; finales de primavera hasta mediados de verano es el mejor período para el trabajo con estos equipos en muchos lugares. Sin embargo, como ya se dijo, se requiere y es deseable cierta humedad para la compactación adecuada de los materiales de relleno y control de polvo (Weaver et al, 2010).

Figura 15.

Reconstrucción con extracción lateral.



Asociación Argentina de Carreteras (2018).

Para los trabajos de conservación de rutina se recomienda establecer estándares mínimos a cumplir, de modo de asegurar a los usuarios la transitabilidad requerida. Así, una vez definidas las políticas de intervención, y conociendo perfectamente los recursos disponibles (maquinaria vial con sus respectivos costos de operación, cantidad de personal, número de días probables de intervención) se establecen las frecuencias de mantenimiento, para lo cual lo que se hace es estimar las frecuencias anuales de cada tarea, programando en el tiempo los sectores a intervenir. Es preciso recordar que luego, para poder concretar dicho planeamiento, se dependerá de todos los factores mencionados anteriormente, como tránsito, tipos de suelos, condiciones ambientales y tipos de deterioros los cuales nunca deben dejar de contemplarse. (AAC, 2018)

En concordancia, el Manual de la AAC presenta una tabla modelo (Tabla 3) en la que se propone una cantidad promedio de intervenciones anuales estimada para un camino en función de su categorización y al Índice de deterioro previamente presentado.

Tabla 3.

Necesidad de ejecución anual de tareas rutinarias de conservación para mantener la red vial en condiciones adecuadas de transitabilidad.

Tipo de Camino	Reconstrucción c/ Extracción Lateral (ID 1 a 3)	Perfilado c/ Extracción Lateral (ID 4 a 6)	Perfilado s/ Extracción Lateral (ID 7 a 8)
Principal	0.5	1	8
Secundario	0.2	1	5
Terciario	0.1	0.5	2

Asociación Argentina de Carreteras (2018).

Esta intervención plurianual (número de intervenciones anuales) que se considera óptima para asegurar un adecuado servicio a los usuarios de la red está basada en las diferentes variables antes mencionadas, tanto las propias o intrínsecas (como el tipo de suelo) como las externas (clima, tránsito, etc.) las cuales actúan sobre el camino produciendo distintos tipos de deterioros. (AAC, 2018)

2.2.5. Tareas complementarias.

Existen además tareas complementarias a tener en cuenta e implementar en determinadas circunstancias, a saber:

2.2.5.a Manejo y retiro de vegetación: cuando se conserva la obra básica con mantenimiento periódico sobre la calzada, en banquetas se requiere solamente de un **corte de pasto** que puede extenderse de ser posible hasta los taludes, pero sin necesidad alguna de reconstruir el camino; sí debe complementarse con el **desmalezado** manual de las cabeceras de alcantarillas (normalmente realizado con motoguadañas), cunetas y/o contrataludes en caso de ser necesario (AAC, 2018). Por otro lado, en lo que a la calzada misma hace se debe llevar a cabo un **despeje -eliminación- de la vegetación** presente sobre la misma, ya sea en sus bordes o, en el caso de que se haya formado producto del uso repetido sobre las huellas, una especie de avenida con vegetación en el centro y 2 carriles de paso a sus lados. Toda la vegetación extraída debe ser removida fuera de la vía y los drenajes para evitar perjudicar el adecuado escurrimiento del agua. En ciertos casos puede ser también necesaria la **eliminación y poda de arbustos** que hayan crecido o se encuentren por encima de la calzada, banquetas, cunetas y/o, en caso de perjudicar la visibilidad, veredas (Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de la Nación, 2019).

2.2.5.b Bacheo de calzada: consiste en la reposición localizada de material similar al existente, en longitudes no mayores a 1/2 metros y en capas de unos 10 cm de profundidad a fin de mejorar la calzada, y/o áreas pequeñas de superficie inestable, con algún problema o defecto producido por asentamientos o deterioro puntual -baches, huellas, depresiones, etc- (Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de la Nación, 2019).

2.2.5.c Construcción de terraplenes -alteo- con extracción lateral: cuando el ancho de la zona de camino es suficiente, se realizan alteos con extracción lateral de suelos para levantar tramos puntuales con posibilidades de anegamientos. Suelen requerirse retroexcavadoras, palas de arrastre, topadoras, motoniveladoras y equipos de compactación de arrastre o autopropulsados (AAC, 2018).

2.2.5.d Construcción de terraplenes -alteo- con transporte de suelos: en el caso de los caminos de escaso ancho de zona de camino o donde no hay disponibilidad de suelos laterales para extraer, para la construcción del terraplén, se deberá transportar material desde otros lugares. En este caso también se podrán emplear retroexcavadoras o palas cargadoras, camiones volcadores para su transporte, motoniveladoras y equipos de compactación de arrastre o autopropulsados (AAC, 2018).

2.2.5.e Desagües: comprende la limpieza y desobstrucción de cunetas, alcantarillas y otras obras de arte, tareas que también deben realizarse en forma plurianual, debido a que la obstrucción se da tanto por erosión de los caminos como por material proveniente de las propias tareas de conservación rutinaria. También se deberán eliminar árboles caídos, malezas y sedimentos que se ubiquen en sitios inmediatos a la entrada y salida de las alcantarillas y en las zonas de los desagües longitudinales o cunetas (AAC, 2018). En ciertos casos la limpieza y desobstrucción inevitablemente deberá hacerse de forma manual, ya sea porque la condiciones del sitio (ej. espacio disponible) lo requieren o porque no se cuenta con otro medio más indicado que este (Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de la Nación, 2019).

2.2.5.f Reposición o recambio de caños de alcantarillas: reemplazo de los caños debido a que, por escasez de tapada o por descalce del tubo como consecuencia de la erosión del suelo, no resisten las cargas pesadas, sobre todo en épocas de cosecha. Lógicamente aquí debe tenerse en cuenta el reemplazo por alcantarillas de sección hidráulica equivalente (AAC, 2018).

2.2.5.g Reparación de muros de alcantarillas: reparación o reposición de muros de hormigón, para que continúen conservando la estabilidad, a los fines de preservar las estructuras y asegurar el tránsito permanentemente (Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de la Nación, 2019).

2.2.5.h Reparación de erosión de taludes: se refiere a la eliminación de las zanjas -o, vulgarmente llamados, serruchitos- que se pueden formar en los taludes como consecuencia del agua que corre desde la calzada y la banquina mediante el relleno de las mismas con arena gruesa o suelo bueno. Se recomienda sembrar césped para contención del material y disminución de la erosión (Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de la Nación, 2019).

2.2.5.i Reconstrucción/profundización de cunetas: consiste en reconformar el diseño y la sección original de las cunetas, que pueden haber perdido ya sea por erosión de sí mismas o, por el contrario, por acumulación de suelo y otros materiales o elementos acarreados por el agua que por ellas circula. Muchas veces esta tarea no se hace de forma individualizada sino luego de haber realizado un perfilado o reconstrucción de la calzada e incluye lógicamente el reacondicionamiento de taludes, soleras y/o contrataludes.

2.2.5.j Limpieza y reposición de señales verticales: consiste en la conservación y/o reposición de señales verticales, barreras de seguridad y otros dispositivos, de manera que cumplan adecuadamente su función y aseguren una circulación segura para el usuario y en mantener limpias y en buen estado todas las señales preventivas, informativas y postes kilométricos que estén emplazados a lo largo del camino (Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales del Ministerio de la Nación, 2019). Sin embargo, es propicio mencionar que la señalética en este tipo de vías es casi inexistente.

2.2.6. Tareas mejorativas.

Por último, también se conocen tareas llamadas mejorativas, que están constituidas por todos aquellos trabajos que exceden a los de conservación rutinaria y que apuntan a lograr que los caminos tengan tránsito permanente bajo cualquier condición climática imperante, como por ejemplo:

2.2.6.a Construcción de nuevas alcantarillas: en muchos casos los caminos son transversales al escurrimiento natural de las aguas, por ello deben tener un número suficiente de alcantarillas que permitan un escurrimiento normal, sin la acumulación de agua que luego provoca los cortes de los terraplenes. También puede ser necesario instalar nuevas alcantarillas laterales para dar acceso a nuevos frentistas.

2.2.6.b Estabilizado de los caminos principales: una vez realizadas las tareas de alteo y reacondicionamiento del drenaje del camino, verificando las cotas necesarias para que no se produzcan cortes, se puede llevar a cabo la ejecución de una capa estabilizada en su superficie (dicha capa siempre estará constituida por materiales distintos al suelo -ej. vidrio molido, material pétreo, etc.)

Al final del trabajo, en el Anexo Fotográfico, se incluye una serie de fotos ilustrativas de las prácticas que componen la Metodología vigente y, a modo de ejemplo, el estado de diferentes tramos de caminos rurales en los que se aplican las mismas.

Discusión Capítulo 1:

Por tanto, tal como puede inferirse luego de conocer y analizar su contenido y formas de aplicación, podemos concluir rápidamente que el enfoque ambiental es una perspectiva que ha sido completamente olvidada u omitida tanto en la formulación de la Metodología vigente como en la implementación de la misma hasta la fecha. El cuidado por el medio ambiente, el uso responsable, respetuoso y consciente de sus recursos, la importancia de los servicios ecosistémicos que prestan y la actuación comprometida para con los demás seres que lo habitan son algunas de las infinitas cuestiones que ninguno de los actores que participan de esta gestión (ya sea desde la demanda o de la oferta) recordó considerar. Ni siquiera algo de ello vislumbró en sus preocupaciones a pesar de ver año a año los caminos más y más destruidos, un paisaje cada vez más desolado y sus trabajos cada vez más complicados por el estado de las vías en las que necesitan, inevitablemente, circular (tanto ellos como la producción de los campos linderos).

Como bien sabemos generar impactos en el ambiente y que las acciones causen efectos y modificaciones en el ecosistema en el que se llevan a cabo es inevitable pero, en este caso, todas las que integran la Metodología en cuestión se hacen libremente sin intentar prevenir, disminuir ni evitar aquellos daños posibles de no causarse (cuando se tiene la convicción de lograrlo).

CAPÍTULO 2.

Prosiguiendo, en este segundo capítulo, pasaremos a hacer mención de algunas ideas y prácticas empleadas en otras partes del mundo que se consideran convenientes/beneficiosas, permitiendo no solo conocer otras alternativas existentes más allá de lo que día a día vemos a nuestro alrededor sino también contemplarlas como posibles de adoptarse, incorporarse y complementarse con lo que aquí tenemos. Luego de ello, se expondrá una metodología local que se presenta como una opción mucho más idónea e inofensiva en relación a la presente y que comparte muchos de los principios que, como ya habremos visto para entonces, se profesan en el exterior.

3. PRÁCTICAS, PROPUESTAS E IDEAS SUPERADORAS TOMADAS DE OTRAS PARTES DEL MUNDO.

Luego de desarrollar la Metodología que nos es propia y entendiendo que sus alcances en términos generales no van más allá de lo arriba presentado, es momento de exponer cuestiones que se proponen como parte de las metodologías empleadas en otros países y que resultan superadoras y, por tanto, complementarias y enriquecedoras para la propia (en lo que a asuntos asociados a lo ambiental respecta). También se toman y citan a continuación algunas ideas y planteamientos que se consideran apropiados y convenientes de contemplarse como ideas fuerza para conformar la metodología mucho más integral a cuya formulación se pretende contribuir para reemplazar o, mejor dicho, mejorar la vigente.

Antes de empezar a detallar las mismas es importante mencionar que, por cuestiones de extensión, se ha optado por no desarrollar cada metodología abordada en general o en su totalidad (ya que los principios básicos son comunes en todos lados) sino por extraer de ellas aquellos puntos clave que se creyeron beneficiosos y/o de utilidad para incorporar a la metodología propia y, por una simple manera de elegir organizar la presentación de los mismos, en lugar de separarlos por el sitio geográfico u origen al que pertenecían, se ha decidido plantearlos de forma combinada, interrelacionándolos por temas e intentando seguir un hilo conductual entre los mismos.

3.1. Veredas entendidas y protegidas como corredores biológicos, en el mejor de los casos a conservar o, en el peor de ellos, a promover, fomentar y desarrollar.

Como se ha comprobado en numerosos estudios (Mermoz et al, 2017; Montero, 2008) las áreas vegetadas desarrolladas a la vera de los caminos de tierra⁴ poseen, en términos generales, un mayor nivel de conservación que aquellas que se encuentran en torno a carreteras pavimentadas, así como también una mayor abundancia y diversidad de especies de flora como también de avifauna. Lo mismo ocurre si se compara el desarrollo de especies de insectos, artrópodos, aves, reptiles, roedores y otros mamíferos de mayor tamaño entre estas áreas verdes (veredas) ubicadas entre los caminos y los campos o entre diferentes lotes de estos (bordes de cultivo⁵) y el interior de las parcelas de cultivo propiamente dichas. He aquí la primer e importante razón para desarrollar planes enfocados (o que incluyan) la conservación y el manejo de estos espacios, con personal idóneo y capacitado en la materia.

Aclaración: de aquí en adelante, se tomará como sinónimo lo ocurrido dentro de una vereda propiamente dicha y un borde de cultivo, tanto en lo que hace al desarrollo de flora y fauna en su interior como a los servicios ecosistémicos que ofrecen.

Así, dentro de los paisajes agrícolas (cotidianamente denominados como Agroecosistemas⁶) y dada la particular configuración espacial de las parcelas de cultivos y sus tamaños, estas áreas -idealmente constituidas por vegetación nativa- resultan ser elementos clave en cuanto a la conservación de la biodiversidad y el manejo ecológico de los recursos naturales, tanto a escala predial como de paisaje a la vez que brindan numerosos servicios ecosistémicos (Aristide, 2015); por tal motivo redundamos en que, su restauración y manejo requieren, al menos, de protocolos sencillos que valoren (diagnostiquen) su estado de conservación y funcionalidad ecológica y la diversidad vegetal, no solo propia sino asociada y/o planificada para las parcelas de cultivo adyacentes, como puntapié inicial de la posterior planificación y ejecución de acciones tendientes tanto a su conservación como a su restauración. (Aristide, 2015; Herrera et al, 2017)

Además de demarcar, delimitar y circunscribir predios, lotes y caminos, como todo elemento del paisaje, que en mayor o menor medida forma parte de una interacción con los pobladores locales, pueden ser fuente de diferentes productos (madera, leña, frutos, forraje

⁴ Como es lógico, se hace referencia a aquellas veredas no disturbadas por el hombre en las que se conserva la vegetación espontánea del lugar.

⁵ Márgenes de vegetación herbácea, arbustiva o arbórea, espontánea o implantada, cuya forma es lineal y se encuentran adyacentes y delimitando a los lotes de cultivo. Son estructuras bajo algún grado de manejo (poda, raleo, etc.), por ejemplo para evitar su expansión sobre los cultivos y que brindan numerosos servicios ecosistémicos.

⁶ Ambientes transformados con fines productivos agrícolas que implican la alteración del funcionamiento original de los ecosistemas naturales a través de una combinación de factores ecológicos y socioeconómicos (Guzmán Casado et al., 2000 citado por Aristide, 2015).

y sombra para animales, etc.) para estos y, a su vez, cumplen otras funciones físicas y biológicas (recientemente referidas como servicios ecosistémicos): control del viento y de los flujos hídricos, disminuyendo la velocidad de escorrentía del agua y evitando procesos erosivos (reducen tanto la erosión hídrica como eólica); efectos sobre la biodiversidad, actuando como hábitat, refugio, barrera o corredor de dispersión para la flora y la fauna (incluyendo especies que de otra forma no estarían presentes), ofreciendo disponibilidad de hábitat para especies vegetales que son fuente de néctar y de polen para numerosos polinizadores y jugando un rol fundamental en la dinámica poblacional de insectos benéficos para el control de las plagas de los cultivos; mantenimiento del carbono edáfico y prevención de la filtración de nutrientes y contaminantes desde lotes agrícolas adyacentes, entre tantas otras. (Baudry et al., 2000 citado en Arístide, 2015 y Herrera et al, 2017)

Sin embargo, las funciones específicas de cada una de estas áreas dependerá de su estructura vegetal y composición de especies, así como de las decisiones sobre las prácticas de manejo que haya tomado el hombre sobre las mismas, las cuales dependen, a su vez, de las funciones que el mismo contemple de ellas (Arístide, 2015). En adición, debido a la estructura lineal que poseen (elevada relación perímetro-área) y, en consecuencia, su mayor superficie de contacto con la matriz del paisaje, estos ambientes suelen estar sujetos a diferentes presiones ambientales, por lo general derivadas de las actividades humanas, dentro de las cuales se encuentran la deriva de las fumigaciones desde los campos vecinos, el pastoreo con ganado, caballos, etc., paso de maquinarias, acompañado en algunos casos de quemas de la vegetación para aumentar la receptividad ganadera y el reemplazo por cultivos agrícolas en el caso de bordes suficientemente anchos como para desempeñar estas tareas (Herrera et al, 2017). A todas estas acciones que ejercen “presión ambiental” sobre las áreas laterales donde potencialmente podrían (y deberían) desarrollarse corredores biológicos, se suma la presión ejercida por una de las prácticas más cotidianas dentro del mantenimiento periódico de rutina llevado a cabo en nuestro país: la extracción lateral, mediante la cual progresivamente se va extrayendo cada vez más suelo desde las veredas para altear y abovedar el camino y, por tanto, dichos espacios no solo pierden su vegetación sino que se destruyen y, finalmente, desaparecen por completo.

Por otro lado, en distintas partes del mundo, como Europa, Estados Unidos, Canadá y Australia, el manejo de los espacios verdes que rodean los cultivos para favorecer la biodiversidad es una práctica frecuente (Depalma et al, 2016 y Bentley y Caterall 1997; Hinsley y Bellamy 2000; Conover et al. 2007 como se citó en Mermoz, 2017) e incluso en algunos se promueve la implementación de bordes lineales alrededor de los campos para restaurar la biodiversidad (Best 2000 citado por Mermoz, 2017). El adoptar y aplicar este

tipo de medidas (y otras similares) incrementa lógicamente la diversidad local y en el paisaje y favorece los servicios ecosistémicos brindados a los agroecosistemas de la zona (Depalma et al, 2016), sin embargo, aquí estamos mucho más retrasados.

Resulta lamentable pero, en gran parte de las áreas de la Pampa agrícola, los bordes de los caminos rurales son las únicas reliquias del bioma de pastizales que originalmente dominaba la región y cuya transformación, casi total, en tierras de cultivo y pastoreo hace que dicho componente natural persista solo como una red de fragmentos inmersos en una enorme matriz de producción agrícola ganadera (Devoto, 2016). Sin embargo, hoy en día, ninguna política regula el uso y la preservación de estos entornos (Herrera et al, 2020).

Aunque en algunas partes del país ya se ha empezado a contemplar y manejar los espacios linderos a rutas y autopistas como corredores biológicos (un ejemplo de ello es la provincia de Santa Fe que cuenta con la Ley del Árbol, N° 13836 en cuyo art. 12, aunque aún sin reglamentación vigente, se enuncia la promoción de corredores biológicos con vegetación nativa en los márgenes de rutas y caminos de jurisdicción provincial), en términos generales aún estamos muy atrasados en este aspecto y lo que ocurre en los caminos rurales es una verdadera muestra de ello: los movimientos de suelo periódicos que se llevan adelante exceden la obra básica: se hacen en todo el ancho de la zona de camino es decir, de alambrado a alambrado, normalmente haciendo uso de todo el material de los laterales para alinear el centro del mismo y constituir el abovedado tan requerido.

En simultáneo, y a excepción de algunas provincias como Santa Fe donde la Ley lo prohíbe, el avance de la producción por fuera de los límites de las parcelas (generalmente materializados por medio de un alambrado) causa notables perjuicios sobre las especies animales cuyo hábitat se encuentra justamente en tal espacio, en las veredas que se encuentran entre los campos y los caminos que los interconectan. Como consecuencia, estos padecen en primera instancia la escasez de recursos como alimento (artrópodos, insectos, frutas, flores, etc.), refugio de predadores y sitios de nidificación/reproducción y, en una instancia más avanzada, la fragmentación de dicho hábitat y pérdida de sus hogares, lo cual los lleva a tener que migrar a otros sitios (siempre y cuando no hayan sido alcanzados por las prácticas del hombre y muerto en el intento de huir a tiempo de los mismos). Además, como introdujimos, tales espacios adyacentes a campos y caminos, son usados continuamente por las distintas especies animales como corredores de desplazamiento debido a que suelen presentar mayor diversidad de vegetación con respecto a los campos contiguos cultivados (Depalma et al, 2016; Mermoz et al, 2017) y esta función también se ve fuertemente menoscabada.

En adición, dicha fragmentación de ecosistemas no solo supone una disminución en la biodiversidad de los mismos sino también en la estabilidad y sustentabilidad de estos, lo cual implica, a la vez, una disminución en su productividad (Depalma et al, 2016).

En lo que a la vegetación respecta, su diversidad estructural y abundancia es un determinante directo del tipo y diversidad de especies que se desarrollen y ocupen en estas áreas: aves, artrópodos e insectos, reptiles, roedores y otros vertebrados (generalmente de pequeño tamaño); el hecho de que existan áreas con vegetación densa no perturbada es fundamental para que estén presentes muchas de ellas (Mermoz et al, 2017).

Las áreas de pastizal que mayormente conforman nuestras zonas rurales, sobre todo en lo que a la Pampa Húmeda respecta, son clara y evidentemente uno de los biomas más modificados por el hombre y, en muy pocos casos, pertenecen a algún área protegida (Mermoz et al, 2017). Esto último es clave para el fenómeno recién mencionado, el no tener límites regulados que indiquen hasta dónde se puede avanzar ha permitido que, sin ningún problema, la producción se expanda hasta el último metro de tierra, a expensas de haber arrasado con todo lo que previamente allí existía. La velocidad de este colosal avance en los últimos años fue, al menos en Argentina, sin precedentes y ha tenido ciertas características particulares que también resultan de gran relevancia, como el hecho de que la mayor parte de la producción sea de soja y no simplemente de soja sino de soja transgénica lo que trae asociado un empobrecimiento de la estructura de la vegetación debido a la ausencia de malezas, afectando la abundancia, riqueza y distribución de especies y poniendo en muchos casos en jaque la conservación de muchas de ellas como consecuencia directa de la disminución de hábitat natural y recursos indispensables para su subsistencia.

Ahora bien, como es predecible, la medida en la que estos espacios y su conservación favorezcan la de las especies animales y vegetales presentes es función de las prácticas de manejo que se implementen: corte, desmalezado, poda, quema y frecuencia de estas tareas, remoción de la vegetación y movimientos de suelo, riego, uso de herbicidas y fertilizantes, etc. (Mermoz et al, 2017); por ello, si realmente se desea promover y preservar su desarrollo, las mismas deberían ser establecidas por un profesional competente luego de evaluar la biodiversidad del área en estudio y expandirse a lo que se hace del otro lado del alambrado, campo adentro, ya que indudablemente también los afecta de forma directa.

Conforme a los resultados obtenidos en los estudios realizados por Leveau L. y Leveau C. en 2011, la planificación realizada y las políticas de manejo asociadas deberán considerar tanto la estacionalidad como las diferencias en la composición de los ensambles de los distintos tipos de bordes y/o veredas.

Por su parte, en el país limítrofe de Brasil, los estudios realizados desde hace algunas decenas de años, concluyen en estas mismas premisas:

Los hábitats al borde de las carreteras en Brasil han sido y siguen siendo los principales proveedores de diversidad biológica y recursos fitogenéticos para la sociedad. Si se quiere evitar la desaparición definitiva de estos hábitats, su inclusión en la planificación de políticas de conservación es obligatoria. (Allem, 1997)

3.2. Valorización de los bordes de cultivos y reinterpretación de las especies que se entienden como malezas y plagas a exterminar (hipotéticamente para evitar su acceso a las parcelas productivas).

Hablaremos aquí de 2 cuestiones particulares y que resultan claves a la hora de valorar las áreas verdes a las que nos venimos abocando desde el apartado anterior:

Por un lado, de la importancia que tienen como refugio y alimento de polinizadores⁷, animales que cumplen un servicio ecosistémico tan fundamental como único mediante el cual “conectan” todo el paisaje y cuyas poblaciones se encuentran, preocupantemente, en declive por múltiples causas entre las que se encuentra la presente problemática: sus hábitats naturales se ven permanentemente destruidos y fragmentados como consecuencia de los cambios en el paisaje, en el uso, manejo y cobertura de suelo, en las prácticas realizadas y las sustancias -pesticidas, herbicidas, etc.- utilizadas. (Faigón, 2021)

Al respecto, existe un detalle particular y, a la vez, muy relevante de considerar asociado a que incluso es importante para los mismos conservar la diversidad de bordes que existe -y jamás intervenir en los mismos para homogeneizar sus características- (Devoto, 2016). Desde el punto de vista de la conservación de las interacciones planta-polinizador en estos ambientes se ha concluido que parece haber una complementariedad entre los bordes de mayor y los de menor ancho: si bien ambos ofrecen una cantidad similar de recursos florales por unidad de superficie, los primeros ofrecen a los polinizadores un menú más “gourmet” (mayor variedad pero con menos flores por especie individual, es decir, porciones pequeñas), mientras que los segundos ofrecen un menú “bodegón” (baja variedad pero con muchas flores por especie individual, es decir, pocos platos abundantes). En adición,

si bien los bordes anchos son mejores desde el punto de vista de la riqueza de especies que albergan, los bordes angostos son muy visitados por las especies de polinizadores más comunes y abundantes (que son las que más contribuyen a la

⁷ La polinización animal es un proceso ecológico clave para el éxito reproductivo de casi el 90 por ciento de las plantas con flores silvestres y cerca del 75 por ciento de los cultivos de interés agronómico o cultural. Estos agentes Fuente: Faigón M. (2021)

polinización del conjunto del sistema). Esta diferencia en el rol de cada tipo de borde parece deberse a que los bordes anchos son más estables (es decir, sufren menos disturbios), lo que da mayor oportunidad a que se establezcan y subsistan especies raras. Los bordes angostos, en cambio, sufren constantes disturbios (deriva de herbicidas, paso de maquinaria, etc.) lo que los mantiene en un estado “joven” (estadío sucesional temprano) en el que dominan algunas dicotiledóneas que producen abundantes flores. (Devoto, 2016)

Y, por otro, de la concepción erróneamente generalizada de identificar a ciertas plantas como “malezas” (Devoto, 2016). Dicha concepción es, en realidad, una percepción que se tiene de estas, fundada en que representan una “amenaza” o interferencia para el rendimiento de los cultivos dentro del lote; sin embargo, las mismas especies vistas desde otro lugar pueden considerarse neutrales o incluso benéficas, esto último por ejemplo desde el punto de vista de la fuente de néctar y polen que representan para los polinizadores que recién citábamos (los cuales, en simultáneo, son indispensables para un buen desarrollo de los cultivos). Por tanto, referirnos a determinado tipo de vegetación como maleza es pecar de generalistas, ya que dicha valoración depende cien por ciento del contexto y encasilla negativamente a estas, derivando en acciones innecesarias (y perjudiciales para el agroecosistema en general) por parte de las personas que trabajan las tierras en las que se encuentran.

En adición las plantas que crecen en los bordes de los cultivos y en las veredas y banquinas de los caminos no deben eliminarse tan pronto como aparecen conforme al ideal de “campos y bordes bien mantenidos” sino conservarse y mantenerse por la multiplicidad de funciones que cumplen: ser sostén de la alimentación durante todo el año⁸ de los polinizadores de los que también necesitan los cultivos, brindar refugio y alimento permanentes a los enemigos naturales de las plagas del cultivo y a otros animales que luego también comen las semillas de las “malezas” dentro del lote para que puedan cumplir sus ciclos de vida, reproducirse y perpetuarse en el lugar.

Al igual que ocurre con la catalogación de “maleza” ocurre con la denominación de especies “plaga”, ambas son sumamente relativas; así, esta última se refiere a aquella población de una especie que tiene un determinado potencial para causar un daño económico de una magnitud que justifique la adopción de medidas de control (Montero, 2008). Por tanto, del mismo modo habrá especies que no siempre deban considerarse como tal y ser eliminadas

⁸ Más allá de que hay épocas o temporadas del año en las cuales los polinizadores pueden alimentarse gracias a la propia floración de los cultivos, en el resto de las temporadas su subsistencia se basa en el polen y néctar que obtienen de la vegetación nativa que crece en los bordes y veredas la cual, por tener una amplia diversidad de especies con temporadas de floración secuenciales garantiza la existencia de recursos alimenticios que se renuevan a lo largo de todo el año. Fuente: Devoto, 2016.

sin previo análisis o de forma “preventiva” sino que, por el contrario, deberán hacerse los estudios pertinentes para determinarlo e implementar un uso racional de insumos (ej. pesticidas) que tenga asociado un menor impacto ambiental y una mejor conservación de la biodiversidad del ecosistema en cuestión.

En concordancia, los estudios desarrollados al respecto en la Cátedra de Zoología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario en el año 2008 han llegado a conclusiones muy importantes: no se detectó que exista en los bordes y veredas mayor abundancia de herbívoros considerados “plaga” sino una mayor abundancia y número de especies de herbívoros neutrales en relación al interior de las parcelas de cultivo ni tampoco pudo comprobarse la idea prístina de que sean sitios de refugio o hibernación de un considerable número de especies consideradas como tal. Como consecuencia de ello, se dedujo que resulta incorrecto inferir que tales ambientes constituyen reservorios de las comúnmente llamadas “plagas agrícolas” y, por tanto, que tampoco se justifica la eliminación de la vegetación herbácea espontánea de estos ambientes como medida preventiva. Por el contrario, dicha práctica responde netamente a una necesidad de percibirlo estéticamente de ese modo para sentirse “seguros” con respecto a la producción futura y no a una estrategia agronómica fundamentada.

Pero eso no es todo, tal como cita Montero (2008), gracias a los resultados que obtuvieron también se puede afirmar lo que ya veníamos comentando:

La incorporación de bordes con diferentes tipos de vegetación puede: mitigar los efectos de la extrema homogeneización del paisaje, permitir la formación de parches y corredores biológicos de alta heterogeneidad microambiental y mantener o fomentar la biodiversidad en las áreas de cultivo, con su consecuente provisión de servicios ecológicos en los agroecosistemas, sin incorporar costos adicionales.

La producción agrícola en el largo plazo, la conservación del medio ambiente y un manejo más benigno de los recursos naturales constituyen los desafíos críticos de la agricultura en los inicios del tercer milenio. Esos tres procesos, contribuyen significativamente a incrementar la sustentabilidad de los agroecosistemas de la Región Pampeana.

3.3. Reconocimiento del valor paisajístico de los ecosistemas de los que forman parte los caminos rurales y la relación/vínculo/vinculación del hombre con estos.

Partiremos de establecer que, en adelante, entenderemos por **paisaje** a la manifestación externa de los procesos que tienen lugar en el territorio, es decir, una fuente de información que el hombre interpreta, analiza y experimenta (citado en Otero et al, 2006). Así, de

acuerdo a lo que, según Otero et al (2006), Escribano et al (1987) mencionaba, en todo paisaje se pueden definir tres componentes: el espacio visual, formado por una porción del terreno, la percepción de este territorio, y un tercero, constituido por el hombre. En cuanto al segundo de ellos, cabe mencionar que, en cualquier caso y como es lógico, siempre dependerá de los valores culturales, principios, experiencias y aspiraciones de cada uno, lo cual implica que, más allá de que existan apreciaciones colectivas o compartidas sobre un sitio determinado, cada lugar será distinto en función de los ojos que lo contemplen.

Dentro de dichos valores es de destacar la creciente valoración desde el punto de vista ambiental, de interpretar a cada paisaje como un recurso, patrimonio cultural y como una porción del ambiente que requiere de ser preservada, protegida y mantenida como tal, tanto en lo que a la parte abiótica hace como a la biótica que lo habita [la cual en algunos casos puede/debe conservarse y, en otros ya muy dañados, debe fomentarse y desarrollarse nuevamente]. (Otero et al, 2006) Esta concepción conservacionista, por decirlo de algún modo, permite que el hombre genere un vínculo diferente con el medio que habita y modifica permanentemente y establezca contactos y relaciones mucho menos agresivas (o más amigables). A su vez, dicha valoración positiva del paisaje en los términos mencionados se da en simultáneo (y probablemente como respuesta) a una necesidad urgente de incorporar esta concepción en la evaluación, estudio y desarrollo de cualquier proyecto emplazado en un sitio determinado del ambiente; pudiendo tratarse, por ejemplo, de un proyecto de manejo de caminos rurales.

Ahora bien, más allá de que lo dicho aplica para el paisaje constituido por cualquier ecosistema en general, en lo que a los de caminos rurales respecta existe otra consideración adicional: como toda vía de circulación, los mismos constituyen un medio a través del cual las personas no solo se movilizan de un lado a otro sino que se vinculan con el entorno, se ponen en contacto con el paisaje que los rodea [muchas veces abstrayéndose del mismo]. (Otero et al, 2006) Por ello, claramente el paisaje es un factor que se tiene en cuenta al hacer una evaluación de impacto ambiental de, por ejemplo, un camino: incluyendo diversos aspectos como las condiciones de visibilidad, la valoración estética, la calidad y la fragilidad del mismo, etc.; debido a que, a la vez, pueden representar un impacto negativo de antropización sobre el medio natural.

En adición y conforme a todo lo comentado, puede deducirse rápidamente que, a medida que el uso de estas vías se ha incrementado e incrementa, la importancia de la relación paisaje-camino aumenta, ya que, como dijimos, de ella depende el acercamiento de cada persona a la naturaleza y la necesaria sensibilización sobre su entorno.

Lo ideal es que empecemos a ver al camino no simplemente como algo que cruza a través, sino como parte del paisaje que apreciamos a su alrededor, cuyo valor visual y escénico generalmente está asociado a diversos elementos como el agua, grandes árboles y vegetación en general, afloramientos de rocas, presencia de animales silvestres, vistas, topografía, estructuras históricas, sucesos como un reflejo del sol, un amanecer/atardecer, un arco iris, etc. pero entre los cuales casi nunca, y erróneamente, se incluye al camino propiamente dicho (Otero et al, 2006).

Es que, en realidad, todo esto que apreciamos y que, en su conjunto -entendido como algo mucho mayor que la suma de sus partes- y en cierta medida, nos deleita, se ve influido notablemente por la vía por la cual nos transportamos en su interior, por el grado de actividad -o tránsito- que hay en la misma y por las tareas que se realizan periódicamente sobre esta. (Otero et al, 2006) Por tanto, la magnitud y valoración (positiva o negativa) de tal influencia -o impacto- variará de acuerdo a nosotros y a las acciones que, como agentes modificantes, ejerzamos. Cada una de ellas tendrá un determinado efecto sobre el paisaje en cuestión dando origen, conjuntamente, a uno nuevo [mejor o peor, conforme a la consciencia y el respeto con el que procedamos].

En definitiva, es fundamental que, al pensar en un camino dejemos de limitarnos a la calzada por la que nos transportamos y amplíemos nuestra visión para entenderlo como un todo con el espacio que lo circunda, permitiéndonos mentalizar su verdadero “valor paisajístico”, que escapa sobremedida de un valor económico o cuantificable y que se puede concebir, más bien, en términos de belleza y armonía, es decir, que es incalculable. Por tanto, si logramos percibir a cada ecosistema natural de cuyo paisaje pasó a formar parte el camino que el humano introdujo en él como una verdadera reliquia natural del planeta, podremos no solo reconocer lo invaluable que resultan sino empezar a respetarlos y por ende, manejarlos (y/o manipularlos) como tal, haciendo que las repercusiones o cambios sean lo menos dañinas y nocivas posible.

3.4. Impacto ambiental de los caminos rurales y de las actividades asociadas a estos.

Ya por el año 2014, Weaver, Weppner y Hagans planteaban en el Manual de caminos forestales y rurales del Distrito de Conservación de Recursos del Condado de Mendocino, Ukiah, California desarrollado como una guía para planificar, diseñar, construir, reconstruir, mejorar, mantener y cerrar caminos forestales, lo siguiente:

Claro está que, construir caminos de alta calidad (buena transitabilidad) y bajo impacto ambiental suele resultar bastante más complicado que apuntar solamente al

primer objetivo, sin embargo hoy día sabemos que es completamente posible que estos sean amigables con el medio ambiente, si se ubican, diseñan, construyen y mantienen de forma cuidadosa, de manera de minimizar efectos ambientales adversos tanto en condiciones climáticas normales como en otras más adversas, llegando al caso de tormentas severas.

En la misma línea se manifestaba, 2 años más tarde, el Comité Técnico 2.5, Sistemas de caminos rurales y accesibilidad a las áreas rurales, de la Asociación Mundial de la Carretera -PIARC- expresando que:

A medida que las redes de carreteras envejecen, se vuelven más vulnerables al cambio climático. Además, a medida que los países tienen mayores expectativas sobre la contribución de las carreteras al crecimiento económico, las necesidades de mantenimiento aumentan constantemente. Por lo tanto, la proporción de gastos de mantenimiento de carreteras en los presupuestos nacionales de carreteras debe aumentar en consecuencia y requiere una gestión más prudente, más eficiente y transparente, para un uso óptimo de los recursos.

Resulta grato señalar que estas ideas han llegado y sido manifestadas en nuestro país: en el año 2018, Mónica López, Especialista Vial y Vicepresidente de Infraestructuras CAF⁹ del Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe se ha referido a esto mismo en la Presentación “Acción CAF: Vías rurales y adaptación al clima” llevada a cabo en Buenos Aires donde comentaba lo siguiente:

Planificar mejor, diseñar mejor, construir mejor: mayor calidad de la infraestructura, mejor servicio al ciudadano, mayor productividad, menor necesidad de mantenimiento y menor impacto al ambiente. Ser más eficientes en la utilización de los recursos tiene beneficios multidimensionales: económicos, técnicos, patrimoniales, sociales y ambientales.

En concordancia con lo arriba citado, Weaver, Weppner y Hagens (2014) afirmaban también que los caminos -y las zonas afectadas por este- ya por entonces se entendían (o debían comenzar a entenderse) como uno de los contribuyentes artificiales más importantes a la degradación tanto del medio ambiente local, como de la calidad del agua y del hábitat acuático propiamente dicho que existe en cada curso de agua al que aporta un camino y sus sistemas de evacuación y drenaje (Keller y Sherar, 2014; Weaver et al, 2014). En términos generales, las razones por las que se hace dicha interpretación se basan en que

⁹ Las siglas CAF que el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe utiliza para identificar sus elementos y/o instrumentos corresponden a la antigua denominación que este organismo tenía: Corporación Andina de Fomento.

los mismos pueden inducir erosión significativa, crear barrancas, causar efectos en el agua subterránea, la fauna silvestre y la vegetación, afectar la estructura social, degradar los valores escénicos, desperdiciar los fondos limitados y hacer improductivas las tierras útiles (Keller y Sherar, 2014).

Los cambios en el paisaje/ecosistema y los impactos negativos que un camino y las actividades asociadas al mantenimiento del mismo pueden producir no solo son importantes de contemplarse sino que pueden resultar irreversibles y/o difíciles de mitigar, implicando grandes costos no solo en términos económicos sino también como externalidades constituidas por costos ambientales, sociales, fiscales, etc. (Keller y Sherar, 2014). Por ello, resulta fundamental evaluar las implicancias de cada acción o tarea en estos términos antes de ejecutarlas a los fines no solo de disminuir al mínimo posible tales impactos sino de intentar prevenir causarlos. Claro está que no todos los impactos adversos se pueden evitar pero sí prevenir, reducir y/o mitigar (al menos parcialmente); realizar un análisis ambiental en conjunto con las evaluaciones económicas y/o técnicas que comúnmente se llevan a cabo permitirá tener en consideración todos los aspectos existentes (incluso aquellos que hoy día escapan de lo contemplado), maximizando no solo la rentabilidad y utilidad del camino y el espacio en el que se encuentra sino también el aprovechamiento del mismo en armonía con el ambiente y todas las especies que lo habitan, minimizando los potenciales problemas que pudieren presentarse luego e incluso los futuros costos y necesidades de mantenimiento, reparación y mitigación.

3.4.1. Afectación a la calidad del agua y al hábitat acuático en general.

Concretamente, la afectación a la calidad del agua y al hábitat acuático en general se deben al impacto que causan los sedimentos que el mismo agua arrastra a su paso y por tanto los niveles de erosión que existan, siendo ambos función tanto de la velocidad que esta lleve (o su caudal) como de la cantidad de aquellos que transporte (Weaver et al, 2014). Como es lógico, todo el material que se va arrastrando es conducido hacia los cuerpos de agua que se encuentran corriente abajo y en los que desembocan los más pequeños. Precisamente, el polvo excesivo generado durante el verano y el exceso de lodo durante el invierno son condiciones que amenazan directamente la calidad del agua y, a la vez, generan altos costos de mantenimiento del camino; ambas condiciones producen y envían grandes cantidades de sedimentos finos a arroyos cercanos durante los períodos de escorrentía de la superficie y, además, este material fino puede ser especialmente nocivo para los peces y su hábitat.

Así, como introducíamos, no solo se produce una contaminación de todos estos sino que se dañan los hábitats que cada uno constituye, poniendo en riesgo no solo la calidad del agua

de tales arroyos, ríos, lagos, lagunas y/o humedales sino también la productividad biológica en los mismos. Además, dichas sedimentación y erosión excesivas pueden contaminar suministros de agua, incrementar el potencial de inundación de la zona, desatar taludes, impactar sobre la vegetación ribereña y de humedales (dando como resultado un aumento en las temperaturas estivales del agua y la pérdida de alimento y cubierta para peces y fauna), enterrar y sofocar los huevos salmónidos que estén puestos entre las gravas y causar la pérdida de todo otro tipo de fauna ictícola que se desarrolle en el lugar y toda aquella otra que depende de esta.

Por tanto, para evitar todos los perjuicios y daños mencionados y garantizar la minimización de los impactos ambientales que los afecten resulta fundamental e indispensable que los caminos no solo estén correctamente ubicados, construidos y evacuados sino también que sean adecuadamente conservados y mantenidos, siguiendo juiciosamente buenas prácticas de rehabilitación y conservación (Weaver et al, 2014). Como decíamos recientemente, el utilizar las técnicas más convenientes para tales fines como así también en lo que a la instalación y mantenimiento de estructuras de drenaje respecta, puede evitar tanto problemas de erosión, calidad de agua y afectación a la biota del ecosistema en cuestión como así también reducir las necesidades de intervención futuras y extender considerablemente la vida útil de los caminos.

Un camino construido con estructuras de drenaje y cruces de arroyos se debe mantener tanto durante el período de clima seco como durante el período húmedo [a medida que ocurren las tormentas] ya que la mayor parte de ellos se usan todo el año y, especialmente, previo a dicha temporada húmeda [para prepararlo para las precipitaciones y la escorrentía] (Weaver et al, 2014) y las épocas de siembra y cosecha de cada zona [por la consecuente intensificación de su uso]. Se deben realizar frecuente y regularmente inspecciones y actividades de mantenimiento periódico de dichas estructuras así como de las obras de evacuación pluvial durante varias de las primeras temporadas de lluvia mientras el camino se esté “asentando” y estabilizando o, en caso de ya estarlo, año a año se debe revisar regularmente el mismo y sus estructuras de drenaje y, de ser necesario, repararse. Claro está que, para ello, los caminos deben estar accesibles para poder inspeccionarse y mantenerse de manera eficaz. Y, en concordancia, resulta crucial que todas las obras de drenaje de la superficie del camino drenen adecuadamente la misma y, al mismo tiempo, que los caminos sean transitables para el tránsito esperado.

Por otra parte, en lo que a cruce de arroyos y cursos de agua específicamente respecta, planteando como pasada una realidad que es bastante parecida a la nuestra: el tamaño de las alcantarillas y el diseño simple de tales cruces en caminos de bajo volumen a menudo

se realizaba mediante métodos subjetivos, utilizando el mejor saber y experiencia disponibles de los equipos que llevaban a cabo la obra, en el mismo Manual de Caminos Forestales y Rurales de California se establece que se deben diseñar (o rediseñar) los mismos para permitir un paso adecuado de peces (incluso donde estos pudieran estar presentes estacionalmente) en simultáneo a que el impacto generado sobre la calidad del agua sea mínimo y poder manejar la escorrentía pico y las aguas de crecidas (Weaver et al, 2014). El tipo de instalación de cruce seleccionado depende de una considerable cantidad de factores, debiéndose contemplar cada uno de estos antes de seleccionar el diseño o la ubicación finales de la instalación del cruce de arroyo. Las consideraciones de diseño incluyen:

- si peces, anfibios u otra fauna en cualquier fase de vida usa el canal como ruta de migración en el sitio del cruce,
- si el cruce será temporal o permanente,
- los tipos de vehículos que lo utilizarán,
- el talud, la configuración y la estabilidad de las laderas naturales a cada lado del canal (condiciones de cimientos del suelo),
- la inclinación del lecho del canal,
- la orientación del arroyo relativa al camino propuesto,
- la descarga de crecida (máxima) de 100 años (por ejemplo, tamaño del arroyo),
- la cantidad y tipo de sedimento u otros elementos que se suelen/pueden transportar dentro del canal durante condiciones de crecida,
- los costos de instalación y mantenimiento subsiguiente del cruce,
- la frecuencia de uso esperada, y
- limitaciones y diseños impuestos por permisos y otros requisitos legales.

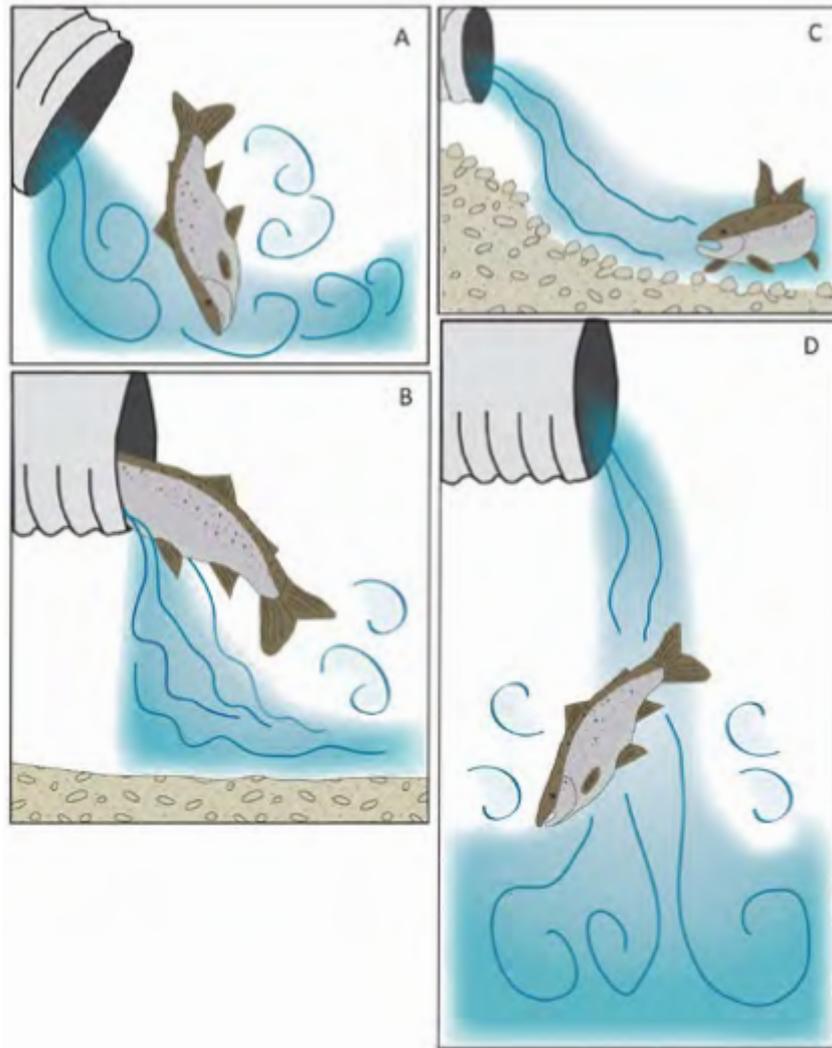
En adición, en lo a que al flujo de peces hace, el no contar con un diseño adecuado para la migración de los mismos (anádromas o residentes) aguas arriba y aguas debajo de un cruce, puede combinarse y dar como resultado tanto una pérdida generalizada de hábitats de peces como de productividad ecológica (Weaver et al, 2014); por tanto, más allá de que en la mayoría de los cruces de arroyos que hoy día existen en nuestros caminos esta consideración no haya sido tomada en cuenta, en sitios más avanzados en la cuestión como California ya se sabe y contempla lo primordial de que su diseño apunte al impacto mínimo sobre el hábitat y la conectividad ecológica para todas las especies, no solo de peces, sino de anfibios, reptiles, macroinvertebrados, insectos, y otros organismos que coexisten y se relacionan, sobre todo alimentariamente, dentro del mismo.

De todos los tipos de diseños y estructuras de cruces de arroyos, las alcantarillas son las que se identifican más comúnmente como las que impiden el paso de peces (Weaver et al, 2014). En este sentido, las investigaciones indican que, en comparación con el canal natural, las alcantarillas mal diseñadas en arroyos que tienen peces a menudo dan como resultado:

1. sustitución de gravas naturales para el desove con materiales de tuberías,
2. enderezamiento y acortamiento de canales de arroyos, que por ende dan como resultado la reducción de la complejidad del canal natural y mayor velocidades del arroyo, e
3. impedimento del paso de peces a través de la socavación en salidas de alcantarillas mal diseñadas.

Figura 16.

La instalación incorrecta de la alcantarilla puede impedir el paso de peces a través de un cruce de arroyo. Las condiciones que bloquean el paso de peces incluyen: A) velocidades del agua demasiado rápidas, B) profundidades del agua demasiado bajas, C) área de descansos o profundidad de estanque de salto insuficientes en la entrada de la alcantarilla, y D) salidas de alcantarillas que están demasiado elevadas sobre el lecho del cauce.



Weaver et al, 2014 (modificado de: Weaver et al, 1991).

Además, las actividades de construcción en arroyos que tienen peces también pueden dar como resultado la modificación de la hidráulica del canal del arroyo y la liberación de sedimento fino, provocando gravas de desove incrustadas y reducción de las profundidades de los estanques (Weaver et al, 2014).

En contraposición, aunque lo verdaderamente deseable sería no instalar ninguna estructura que perturbe las características naturales del canal y por tanto la vida de las especies presentes, cuando esto inevitablemente debe hacerse resultan preferibles, en primer lugar, los puentes y, luego, los arcos sin fondo, alcantarillas incrustadas, vados incrustados o vados que simulen las características naturales del lecho del cauce (Weaver et al, 2014). También deben tenerse en cuenta y evaluarse la pendiente y la rugosidad de dichas obras, ya que pueden afectar sobremanera al flujo de tales organismos. En definitiva, determinar el diseño de paso de peces adecuado para un cruce de arroyo requiere una evaluación específica del sitio por parte de biólogos expertos en peces, ingenieros civiles, y geólogos

ingenieros o geólogos calificados y experimentados y utilizar ciertas metodologías que permitan identificar las especies en riesgo, calificar y cuantificar los hábitat de peces potenciales o existentes, las barreras contra peces potenciales o existentes y las condiciones hidráulicas e hidrológicas aguas arriba y abajo del cruce de arroyo propuesto.

3.4.2. Importancia de la revegetación (para prevenir la erosión).

Por otro lado, dicho Manual de Caminos Forestales y Rurales resalta también que siempre que se instale una estructura de drenaje o se construya un cruce de arroyo es fundamental prevenir la erosión mediante la revegetación del área que se ha movido para este fin, debido a que previo a tales obras la misma se elimina completamente y los suelos quedan descubiertos, librados a la suerte de perder gran cantidad de material por medio de los vehículos conocidos: viento y agua (Weaver et al, 2014). Se trate de un sitio en el cual el crecimiento se vaya a dar naturalmente con el tiempo o no, se recomienda que se haga artificialmente de inmediato, sobre todo antes de la temporada de clima húmedo. A fin de sembrar y cubrir adecuadamente las áreas de suelo desnudo, se deben usar semillas nativas, locales, con dos o más especies de césped, leguminosas tolerantes a la sombra, bien arraigadas, perennes y agresivas; las mismas se deben aplicar inmediatamente después de finalizarse las tareas de movimiento de suelo, con el propósito de asegurarles un contacto directo con el mismo previo a que las especies invasoras o de “malezas” hayan tenido tiempo de establecerse. Después del sembrado, se debe cubrir el talud con un manto de protección, como por ejemplo paja sin maleza, viruta de madera, corteza u otros materiales similares para proteger y fomentar el crecimiento de las semillas y reducir el potencial de erosión de la superficie; la cobertura debe ser uniforme pero no con demasiado grosor ya que se podría inhibir la germinación y el crecimiento.

3.5 Mejoramiento de caminos preexistentes: rediseño, reconstrucción y/o relocalización y cierre.

Prosiguiendo, tal como se plantea en el Manual de California, hoy por hoy existen normas de diseño y prácticas de construcción mejoradas que permiten corregir o remediar la mayoría de los posibles problemas generados por los viejos diseños de los caminos existentes (Weaver et al, 2014). En adición, el rediseño y el mejoramiento de los caminos actualmente se hace con la intención de ajustarlos a las normas vigentes mediante la protección de la infraestructura del camino, pero también buscando minimizar el riesgo de daño ambiental por erosión del camino y fallas provocadas por diseños deficientes. Todos los trabajos de reconstrucción deben llevarse a cabo de manera tal de minimizar la perturbación del suelo, modificándose solamente las áreas que realmente requieran movimiento de tierras.

A modo de ejemplo: la mayoría de los antiguos cruces de arroyos con alcantarillas son demasiado pequeños para el flujo máximo de 100 años; a los 20 años, muchos de estos cruces muestran signos de oxidación y desgaste y probablemente ya necesiten su reemplazo (Weaver et al, 2014). Si la alcantarilla es demasiado pequeña, tiene agujeros de óxido en el fondo, muestra signos de pérdida o separación interna o tiene una entrada abollada o quebrada, probablemente deba ser mejorada. Al mejorar una alcantarilla de cruce de arroyo, se debe considerar si se trata de un arroyo con peces y, de ser así, es primordial asegurarse el permitir el paso de todas las especies y tamaños que usen el canal en cualquier momento del año. Algunos arroyos con alcantarillas de gran tamaño podrían requerir la instalación de un puente, un arco con placa o una alcantarilla de arco en lugar de una alcantarilla redonda empotrada.

En adición, la mejora de cruces de arroyos también implica la mejora del drenaje de la superficie de los caminos en los alrededores de cada cruce (Weaver et al, 2014). La escorrentía de la superficie del camino y el flujo de las cunetas deben ser desviados del camino lo más cerca del cruce del arroyo posible, evitando que dicha escorrentía ingrese al arroyo cuesta abajo.

Por otra parte, el Manual plantea que las fallas de diseño más graves en caminos antiguos existentes incluyen aquellas que amenazan la integridad del camino o con provocar fallas catastróficas que generarían un gran impacto corriente abajo y aquellas que contribuyen a la contaminación crónica y persistente de la calidad del agua (Weaver et al, 2014). Y, aunque para el caso de nuestros caminos podría no resultar del todo conveniente, se menciona que algunos de estos caminos con problemas especialmente graves deberían ser cerrados de forma permanente y relocalizados en lugares de taludes más favorables en lugar de ser reconstruidos y mantenidos:

- Caminos con costos y requerimientos excesivos de mantenimiento.
- Caminos que provocan un daño ambiental persistente a los arroyos y a la calidad del agua y que no pueden corregirse de manera económica.
- Caminos con inestabilidad de taludes frecuente y significativa que pueden provocar cierre intermitente de los caminos, como desprendimiento de calzada, deslizamiento de escombros de la calzada, fallas en canaletas y laderas, caída de rocas o socavación de arroyos.
- Caminos que han sufrido fallas en uno o más lugares y no pueden ser reconstruidos de manera rentable.
- Caminos o segmentos de caminos abandonados que han sufrido múltiples fallas en su extensión.

- Caminos o segmentos de caminos abandonados que no pueden ser reconstruidos debido a restricciones regulatorias o ambientales (no se permitiría su construcción en la actualidad).
- Caminos o segmentos de caminos que sean inseguros para los usuarios.

Sin embargo, la relocalización no es una actividad sencilla ni económica por tanto aquí suele no ser tenida en cuenta, más allá de cuán grave sea la situación. Pero, en caso de querer realizarse, la misma constaría de dos actividades: clausura y restauración del camino a ser cerrado en forma permanente y redireccionamiento del trazado a un lugar más favorable, con el diseño y las normas de construcción vigentes (Weaver et al, 2014). Lógicamente, para esto último, se debe cumplir con todas las regulaciones ambientales y obtener todos los permisos relativos a la construcción de un nuevo camino.

Además, en caso de cerrarse un tramo de camino, el mismo debe ser inventariado y evaluado a los fines de detectar posibles signos de erosión y problemas de estabilidad de los taludes (Weaver et al, 2014). A la vez, se deberían implementar tratamientos de cierre y clausura de caminos para evitar o reducir en gran medida los posibles efectos ambientales del camino, los cuales incluyen la remoción y restauración completa de todos los cruces de arroyos, la excavación o estabilización de todas las inestabilidades existentes o potenciales del relleno de caminos que puedan transportar sedimentos a canales de arroyos, la descompactación o dispersión permanente del drenaje de la superficie del camino y el tratamiento de todas las demás fuentes de sedimentos que pudiesen existir en él.

Por último, en lo que al control de la erosión de la superficie durante las tareas asociadas a la reconstrucción de un camino, tramo de este o estructuras de drenaje del mismo respecta, puede minimizarse si se reduce al mínimo la excavación y la exposición del suelo y si se conserva la vegetación del costado del camino en la medida de lo posible (Weaver et al, 2014).

3.6. Inspección de caminos para identificar amenazas a tratar (análisis de riesgos potenciales) y acciones de abordaje de las mismas.

Luego, el mismo Manual de California que venimos citando introduce una nueva concepción mucho más abarcativa y ambiciosa consistente en la inspección de caminos para la identificación de amenazas (estructurales y ecológicas) a tratar, con la clara intención de evitar así potenciales fallas en situaciones eventuales como inundaciones o tormentas prolongadas o de gran ímpetu (Weaver et al, 2014). El objetivo es lograr detectar dichos puntos débiles para poder mejorar su condición, eliminar riesgos y prevenir lo que pudiere ocurrir en tales situaciones y sus consecuencias e impactos al ecosistema del lugar. En

términos generales, puede decirse que las amenazas del sistema de camino y a la cuenca fluvial en la que se encuentran pueden provenir, mayormente, de 3 fuentes:

- cruces de arroyos,
- canaletas y terraplenes inestables y
- drenaje de la superficie del camino.

Para evitar confusiones, es importante dejar en claro que, este abordaje periódico de vigilancia y tratamiento de amenazas difiere de las inspecciones de mantenimiento que se realizan para determinar qué estructuras o características de un camino existente deben ser reparadas para que funcionen del modo diseñado y previsto; es decir que, las tareas de mantenimiento y conservación no se realizan para mejorar el diseño o la resistencia sino para garantizar que el camino y sus componentes funcionen del modo diseñado y construido.

En tanto, dicho análisis de riesgos debe basarse en:

- 1) mediciones de campo y observaciones de cada sitio,
- 2) opiniones de profesionales sobre los eventos, resultados o escenarios que podrían provocar fallas en el sitio y
- 3) la magnitud y las consecuencias de esa falla fuera del lugar.

Como no existe certeza de que los eventos pronosticados vayan a ocurrir, las evidencias locales permitirán evaluar las posibilidades y asignar un nivel de riesgo a las mismas, lo cual dará un orden de prioridad entre las amenazas a atender (Weaver et al, 2014). Entonces, luego de identificarse, se podrán desarrollar acciones tendientes a:

1. Reducir o eliminar el riesgo de fallas de taludes catastróficas relacionadas con el camino, especialmente deslizamientos de escombros y flujos de escombros de rellenos de caminos y terraplenes inestables.
2. Reducir el riesgo de falla de cruces de arroyo provocadas por excedencia de flujo, taponamiento de alcantarillas, rebalses, lavados y desvíos de arroyos y sus impactos fuera del lugar.
3. Reducir la magnitud (el volumen) de envío de sedimentos a arroyos de caminos y cruces de arroyos que sufran fallas. Reducir el envío crónico de sedimentos finos y escorrentía de caminos a arroyos provocado por conectividad hidrológica entre caminos y cunetas y arroyos.

4. Reducir el costo de las reparaciones de los caminos y el tiempo en el cual los caminos estén fuera de servicio como consecuencia de fallas durante tormentas e inundaciones de gran magnitud.

5. Reducir los esfuerzos de mantenimiento y los costos de mantenimiento a futuro para mantener los caminos abiertos y en buen estado.

3.7. Un parámetro bastante olvidado en el rubro: el Marco legal y los instrumentos que respaldan su aplicación.

Por último, dicho Manual de Caminos Forestales y Rurales del Distrito de Conservación de Recursos del Condado de Mendocino, Ukiah, California expone una cuestión que no es tan explícita ni reiterativamente mencionada en los manuales de nuestro país, consistente en el hecho de remitirse en todo momento a los **requisitos y regulaciones legales** (de diversas índoles e implicancias) y **mejores prácticas de gestión** a las que debe ajustarse cada acción o tarea que forma parte de un plan ya sean de construcción, mantenimiento o cierre de caminos rurales. Lo cual no solo quiere decir que debemos recordar considerar aquellos sino que, en principio, existen, fueron formulados. Luego, como es lógico, a cuáles se deba acudir y acatar en cada caso dependerá netamente de lo que se trate: qué se va a hacer, en qué sitio y en qué tipo de ecosistema, qué hay en el mismo, a qué se puede estar afectando, a quién pertenece, de qué jurisdicción es, etc. (Weaver et al, 2014).

A su vez, como fomento de esta contemplación el mismo Manual, acto seguido, hace mención de la existencia de instrumentos que castigan la negativa contra dichos requisitos y regulaciones diciendo: “Las órdenes de detención de las obras, las órdenes de limpieza y reducción, las sanciones duras por contaminación pueden demorar o clausurar su proyecto y ser muy costosas. ¡Hágalo bien la primera vez!” (Weaver et al, 2014) e insiste con una cita muy clara en cuanto a los principios a no olvidar: “La prevención siempre es el mejor curso de acción para llevar a cabo conservación de recursos y protección progresiva de la tierra.” (Weaver et al, 2014).

Claro está que, en nuestro país -al igual que en muchos otros-, la ausencia de reglamentaciones y legislación ambiental destinada específicamente a lo que a caminos rurales y sus múltiples aspectos relacionados hace representa un enorme vacío por ser llenado y que traerá gran claridad a la situación, definiendo cómo se debería proceder en cada caso, qué resulta conveniente y cómo desempeñarse adecuadamente en las tareas cotidianas de manejo, mantenimiento y mejora de dichas vías y el espacio en el que se encuentran para no generar mayores impactos al ambiente que los inevitablemente necesarios. Esta carencia sumada al bajo nivel de educación ambiental que históricamente ha tenido la sociedad y, particularmente, los agentes implicados en la proyección y

ejecución de obras de infraestructura en general, sin dudas han sido las causas principales de que este tipo de proyectos nunca se hayan hecho con criterios que incluyan la consideración ambiental (Tolón Becerra et al, s.f.).

Sin embargo, es menester recordar que, quienes trabajan en el mantenimiento de dichos caminos tienen una gran responsabilidad para con la sociedad toda ya que su verdadero propósito es garantizar la movilidad de la misma y, en conjunto, la economía de todo el territorio en el que se desempeñan; más aún hoy en día, donde la operación y el uso de estas vías representa el mayor sistema de transporte rural del país, a partir del cual sale toda la producción que, luego de allí, viaja a todas partes del mundo (Moreno Montoya, 2022). En esto último se centra el fundamento de su misión que realmente va mucho más allá de la técnica, los materiales y la maquinaria y no es más ni menos que transformar y mejorar la vida de millones, no solo de campesinos sino, de personas en general, mediante el fomento de infraestructuras de transporte terrestre más resilientes, eficientes y sostenibles. A esto último precisamente se refería el Ing. Vélez Toro: "Sin riesgo de equivocarnos, podemos afirmar que el mayor componente de la competitividad de un territorio determinado, lo constituye la calidad de la conectividad vial" (2013).

3.8. Necesidad de un Plan Estratégico de Gestión Integral de Caminos Rurales (alineado a un Plan de Ordenamiento Territorial Ambiental y a legislación pertinente).

Por todo lo hasta aquí abordado se puede concluir lo primordial que resulta el formular e institucionalizar un modelo de gestión y administración vial que permita optimizar los recursos, talentos, equipamientos y recursos naturales para lograr brindar un buen servicio a los usuarios a la vez de minimizar los impactos causados al medio por las acciones tendientes a dicho propósito. (Vélez Urrego et al, 2022) Mediante este se debe poner en marcha un mantenimiento rutinario como tarea de prevención, al definir las principales tareas rutinarias de conservación y los recursos necesarios para cada una de ellas, en base a criterios técnicos aceptados (que incluyan lógicamente el expertiz ambiental) en complementación con la irremplazable experiencia local adquirida. (López, 2018)

En adición, dicho Plan Estratégico de Gestión deberá ser integrado por acciones de corto, mediano y largo plazo que además estén alineadas a un Plan de Ordenamiento Territorial Ambiental y a legislación pertinente [que probablemente aún no exista sino que también deba ser creada y sancionada] (Vélez Urrego et al, 2022), ya que todo proyecto de rehabilitación y mantenimiento vial sin dudas debe poseer un Plan de Manejo Ambiental en el que cual, entre otras cosas, se describa minuciosamente la forma de intervención o mitigación de cada una de las actividades que lo conforman (Vélez Toro, 2013).

A esta cuestión se refería Miazzo, como presidente de la FADA, en una nota dada al diario La Capital, expresándola como una falencia en la manera en la que se procede y aborda a los caminos rurales en nuestro país: “La falta planificación en el mantenimiento y las mejoras de los caminos, es un aspecto débil de los sistemas y responde, entre otros factores, a la falta de un plan director.” (citado por Martino, 2017). Como contrapartida y parte de un trabajo tendiente a subsanar dicho problema, en la misma entrevista, David Miazzo presentaba una novedosa idea que la Fundación a la que representa estaba materializando, con el propósito de contribuir a la implementación de Planes directores de gestión de caminos rurales y facilitar las tareas asociadas a los mismos: poner en funcionamiento una App que esté disponible para dar información en tiempo real acerca de dónde se encuentran los focos del problema y cómo va evolucionando el estado de los caminos en el tiempo, como una herramienta de utilidad que sirva tanto para que los gobiernos puedan hacer una mejor gestión como a los usuarios de los caminos para ahorrar tiempo y sortear posibles inconvenientes.

Sin embargo, es preciso hacer una salvedad con respecto a lo dicho sobre la implementación de un Plan Estratégico de Gestión de Caminos Rurales que, en entre otras cosas, incluya un Plan de Manejo Ambiental: en nuestro país existe un instrumento llamado MEGA II (Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales en general), por ser la segunda versión luego de la reforma del original MEGA 93, que fue elaborado por la DNV en el año 2007 y en el cual se establece que, para cada etapa del Ciclo de un Proyecto Vial -Planeamiento, Proyecto, Obra (ejecución), Operación y Mantenimiento-, debe contarse tanto con un Plan de Manejo Ambiental que incluya a la vez herramientas de Monitoreo Ambiental como con actividades de Supervisión y Auditoría Ambiental. No obstante, esta consideración es completamente omitida hasta el presente -año 2023- en lo que al manejo y mantenimiento de caminos rurales hace y dicho Manual sólo se emplea para la Evaluación Ambiental que es condición para la aprobación de una obra vial en su etapa de Planificación y Proyecto, a los fines de recibir la autorización para construirla (DNV, Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2007) y en todo lo que a las rutas pavimentadas respecta.

En este sentido, además de lo fundamental que resultan tanto el hecho de individualizar cada una de las acciones o tareas que componen, en nuestro caso, la etapa de manejo y mantenimiento de un camino rural junto a los efectos o impactos que cada una puede causar sobre los distintos componentes del medio, como el de definir procedimientos e instrumentos específicos de gestión ambiental que se deben implementar en ella, sería importante también que, en la práctica, se empiecen a materializar las tareas de

Supervisión, Auditoría y Control que la DNV establece en dicho MEGA II, a los fines de controlar periódica y rutinariamente las obligaciones y responsabilidades asociadas a la gestión ambiental que debería tener cada camino rural como obra vial que constituye como así también el cumplimiento de la legislación ambiental pertinente, analizar y evaluar los aspectos ambientales significativos de la empresa contratista o entidad responsable del manejo y mantenimiento del mismo, la implementación de medidas de mitigación de los impactos negativos y la necesidad de otras mejoras para garantizar su sustentabilidad (DNV, Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2007).

4. METODOLOGÍA DE MANEJO “SUSTENTABLE”, UNA PROPUESTA ALTERNATIVA GESTADA EN NUESTRO TERRITORIO.

Habiendo ya presentado y comentado todas las prácticas y consideraciones tomadas a partir de lo investigado sobre las propuestas y metodologías internacionales que se analizaron, por creerse pertinentes y convenientes de empezar a contemplarse al sumar una visión ambiental al manejo y mantenimiento de caminos rurales que hoy día se realiza en nuestras zonas de campo, nos dispondremos a presentar una propuesta alternativa -a la vigente- pero gestada aquí mismo, en el seno argentino, por profesionales del agro y del ámbito vial de la provincia de Santa Fe que, luego de decenas de años de pregonar y trabajar en carne propia por y con la metodología tradicional, advirtieron la gravedad de lo que estaba ocurriendo con los caminos al someterlos a esta y decidieron formular una nueva mucho más adecuada y armoniosa con el medio ambiente que, por tal razón, optaron por llamar “*sustentable*”.

Estas personas, que poco a poco fueron ganando adeptos, interés y apoyo por parte de muchas otras de distintas partes del territorio nacional, se nuclearon formando una Asociación Civil que lleva el nombre de *Asociación Argentina de Caminos Rurales Sustentables* (AACRuS) y presentaron un libro en el año 2022 denominado “*Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad*” en el cual esbozan todas las ideas fuerza que componen su propuesta metodológica por implementar. La intención de sus integrantes es poder presentar la misma a todos los actores asociados de algún modo, ya sea directa o indirectamente, a estos caminos de calzada natural: representantes de gobierno (comunales, vecinales, municipales, provinciales y nacionales), encargados de vialidad (tanto provinciales como nacional), consorcios camineros, personal a cargo de las tareas de mantenimiento (operadores), profesionales relacionados al rubro, campesinos y productores agrícola-ganaderos y demás usuarios de dicha red para transmitirles “las falencias identificadas” y la invitación a reemplazar, paulatinamente, tanto las concepciones como los

procedimientos vigentes poniendo en práctica tareas mucho menos invasivas y más beneficiosas en el plano presente y futuro tanto para los caminos y ecosistemas que los engendran como para quienes día a día los utilizan para transportarse o transportar productos.

También, antes de comentar la misma, resulta oportuno destacar que mucho de lo que proponen, tal como ellos mismos cuentan, fue traído desde otras partes del mundo sobre las cuales no solo investigaron, como en nuestro caso, sino que tuvieron la suerte de conocer en persona; es por ello que, indudablemente, las ideas, consideraciones y prácticas que se comenten a continuación van a coincidir y/o complementarse perfectamente con las que estuvimos desarrollando previamente en esta sección.

Ahora sí, es momento de ir más en detalle sobre los que sus autores llaman el “gorila invisible” por ser algo que tantos años tuvieron delante de sus ojos y no pudieron ver.

Primeramente resulta propicio mencionar cómo ellos mismos definen el propósito que tienen y la meta que persiguen como Asociación, mediante esta visión más holística a la que incitan: “Desde AACRuS proponemos la implementación de un sistema de manejo, que contempla el control de las erosiones, mejoras en la transitabilidad, menor riesgo vial y promoción de la biodiversidad en las zonas de camino” (AACRuS, 2022); “con el interés de mantener una red de caminos rurales transitables mediante prácticas sostenibles promovemos un nuevo paradigma en la conservación y mantenimiento de caminos con calzada natural capaces de prestar los servicios que los actuales niveles de producción demandan.”

Los caminos son un eje en todas las actividades humanas, es la vinculación entre el ambiente rural con el urbano, es el nexo para acceder a servicios de salud, educación, esparcimiento, seguridad y financieros. Pero, además, a la vera de los caminos fluye la vida en forma de patos, perdices, tucu-tucus, vizcachas, mulitas, ranas, lagartos, una amplia variedad de insectos, entre otros animales, también están los relictos de la rica flora pampeana que tiende a desaparecer. Todos esos aspectos hacen que veamos en un camino algo más que una larga y fina cinta de tierra, sino que es un bien a conservar y que puede proteger la biodiversidad.

...el abordaje que se realiza del tema biodiversidad y servicios ecosistémicos aportados por veredas, cunetas y banquetas es de suma importancia, seguramente los caminos pueden actuar como verdaderas arterias que permiten unir los diferentes reservorios naturales (órganos esenciales de todo agroecosistema productivo) como son los bajos inundables; también es un espacio que permite que se restablezca la diversidad florística, favoreciendo a que las malezas no se vuelvan

tan resistentes y se logre un refugio apto para el desarrollo de insectos benéficos a partir del cual la apicultura pueda volver a ser una opción en muchos lugares en donde la primavera dejó de tener flores. (Monti, 2022, citado por Costa y Casali, 2022)

Como mencionábamos al inicio al hablar de sus longitudes relativas y la importancia asociada a su administración y atención, los caminos de calzada natural ocupan aproximadamente el 80% de la extensión de la red nacional de caminos, sin embargo, las acciones asociadas a su gestión y manejo se circunscriben, prácticamente, a la asignación de presupuesto para maquinarias, combustibles, recursos humanos, etc., repetidas mecánicamente como mínimo en los últimos 60 años, al igual que las prácticas desarrolladas, que se suceden casi sin objeciones desde hace tanto (Costa y Casali, 2022).

Las trazas de estos corren por bajos, lomas, zonas o regiones con napas a diferentes profundidades y en superficie, según la época, suelos de variadas morfologías, contenido de sales, tipo de horizontes, y mezclas de ellos, pendientes, intensidades de tránsito (Costa y Casali, 2022). No obstante, las tareas desarrolladas en todos ellos no solo son bastante similares entre sí sino también a lo largo del tiempo, sin importar los cambios que se vayan produciendo en los mismos (ya sea por causas naturales o antrópicas); en cuanto a esto último, está casi de más mencionar que, como todos sabemos, las áreas productivas y viales (al igual que el resto de los escenarios) están expuestas a aumentos de frecuencia de eventos extremos, como intensidad de precipitaciones, sequías y vientos, producto del cambio climático y el calentamiento global que aceleradamente, de diversos modos, se están manifestando.

Ahora bien, sumado a que la variabilidad climática que se está registrando con incremento de lluvias intensas y sequías extendidas potencia la acción erosiva de lluvias y vientos, desde la perspectiva de la infiltración, la zona destinada al traslado (que es mucho más que la calzada) también está recibiendo en general más cantidad de agua desde los campos; esto último se debe a la menor capacidad de absorción dentro de los lotes debido a las modificaciones en el uso de suelo: para ser claros citaremos un ejemplo cuantitativo: el consumo de un monte nativo se encuentra alrededor de 300 mm de agua/hora, una pastura convencional (con ganado) consume un promedio de 70 a 100 mm/hora, un cultivo de granos en rotación (soja) está en torno a los 30 mm/hora, pero en monocultivo cae a 9 mm/hora, desde luego hasta saturación del suelo (Costa y Casali, 2022). Las consecuencias son obvias: elevación de napas y más agua excedente que, por tanto, si no queda estancada localmente dentro del lote, se evacua hacia los caminos.

Como paliativo parcial de esta situación es que surge la creciente inclusión de cultivos invernales y de servicio que se está contemplando en las rotaciones, ya que estos contribuyen a controlar el ascenso de napas, con beneficioso impacto ambiental también debido a la captura de carbono, menor uso de agroquímicos, etc. (Costa y Casali, 2022).

En tanto, este sistema de manejo tradicional, basado en remociones frecuentes de cuneta a cuneta con suelo desnudo, crea las condiciones para que las lluvias, los vientos, y en menor medida el tránsito, generen masivas pérdidas de suelo que conllevan inexorablemente a bajas del nivel de rasante con respecto a los campos de producción (Costa y Casali, 2022). Está claro que, en términos de erosión, suelo desnudo es sinónimo de suelo vulnerable. Así, el paisaje de caminos marrones en todo su ancho, deprimidos con respecto a los campos, es una constante en nuestro país, al menos donde el pasto es material de la zona: aunque fueron trazados, en su mayoría, hace unas 6 o 7 decenas de años atrás, a nivel del área productiva, si los recorremos hoy día la evidencia es explícita, hay desniveles que, en muchos tramos tanto de la pampa húmeda como de algunas regiones extra pampeanas, llegan a más del metro y medio, o sea una pérdida de suelo promedio de dos centímetros por año, como mínimo -según morfología, pendiente, aportes de agua, etc-. De este modo nos vamos acercando a las napas, se convierten en vías más inestables con demanda creciente de maquinarias más potentes y costosas, retroexcavadoras, alcantarillas de mayor diámetro, etc.

Por lo tanto, considerando la variable tiempo, es falsa la idea o percepción de que los estamos manteniendo sino que, en realidad, los estamos deteriorando (Costa y Casali, 2022). A modo ilustrativo, exhibimos dos fotos comparativas de un tramo de un camino cordobés que testimonia lo dicho:

Figura 17.

Imágenes comparativas de un mismo tramo de camino de la provincia de Córdoba tomadas con una diferencia intermedia de 6 décadas.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022).

Y ya que de mantenimiento hablamos desde el comienzo, detengámonos un momento explícitamente a analizar el término **mantener**:

Conceptualmente alude a restablecer en alguna medida al estado anterior el objeto de la acción. Ejemplo, si debo reparar una casa porque se deterioró, asocio el mantenimiento al agregado de materiales, arena, cemento, pintura, etc, si se trata de una ruta pavimentada también al aporte de materiales. Antaño, para mantener una casa de adobe se tomaba tierra, paja y se agregaba a la pared deteriorada. Sin embargo, en el supuesto mantenimiento de los caminos rurales no se considera el agregado de materiales, sino usar el mismo como cantera. Es como querer reparar la vivienda sacando tierra de una pared, amasarla y revocar la deteriorada. Un absurdo, porque a la larga se viene abajo. Increíblemente es lo que hacemos los auto denominados Homo Sapiens -especialmente los que vivimos en Argentina- con

los caminos de tierra, ¡y así nos va! Cada vez están más bajos -se nos caen-. Desconozco otra obra civil que no considere el agregado de materiales para su mantenimiento. Como primera conclusión, los gastos, presupuestos, impuestos, etc. son para lograr transitabilidad instantánea, muy lejos del objetivo de mantenimiento. No denominemos entonces tasa vial para mantenimiento, sino para salir (mal) del paso. (Costa y Casali, 2022)

Incluso la producción agropecuaria, protagonista de los agroecosistemas en los que se encuentran los caminos en cuestión, también tiene incorporada la idea de mantenimiento desde hace siglos y en forma creciente: en simultáneo a que de los campos salen transportes de carga con lo producido (lo extraído del suelo) también entran otros con materiales para mantenerlos como por ejemplo fertilizantes y, a su vez, se rotan con gramíneas para incorporar materia orgánica (Costa y Casali, 2022). Entonces, el agregado de materiales, imprescindible en todo mantenimiento, está permanentemente presente allí también, pero solo hasta el límite interior del alambrado, del alambrado hacia afuera se cambia el chip y este concepto no forma parte de las tareas de “mantenimiento” que se realizan sobre los caminos, en las cuales lo único que se contempla es la ilusión de que sacando más y más material de los costados, estamos arreglando; y lo mismo ocurre con la vegetación, para la concepción generalizada conservarla resulta un pecado invaluable.

Claro está entonces que, lo que comúnmente se entiende por “mantener” una cosa, no se corresponde desde ningún punto de vista con lo que periódicamente se hace en este tipo de vías y, por tanto, lo que cotidianamente llamamos tareas de mantenimiento distan mucho de serlo; tanto analizando en retrospectiva como viendo lo que hoy tenemos, podemos notar que la metodología validada y apoyada por todos durante tantos años es la que realmente se comió y come los caminos, lejos de deberse a causas naturales como normalmente se explica, es simple y llanamente el producto de las acciones que los usuarios demandan y que, fiel a estos, los gestores ordenan realizar constante y sistemáticamente (Costa y Casali, 2022). Entonces, mientras se siga haciendo lo mismo, los resultados no solo serán iguales sino peores, más y más negativos: caminos como cárcavas o canales, cada vez más bajos, con las napas más cercanas (por tanto con mayor frecuencia de vehículos encajados), mayor riesgo vial, mayor estancamiento de agua, mayores costos, requerimientos y dificultades en el manejo, etc.

Según el epistemólogo Thomas Kuhn, cuando suficientes anomalías significativas se han acumulado en contra de un paradigma vigente, una disciplina cae en un estado de crisis. Durante esta crisis se intentan nuevas ideas, hasta que finalmente se forma un nuevo paradigma, y ocurre una batalla intelectual entre los seguidores del

nuevo y los que resisten con el viejo. Este cambio o revolución es resultado de un largo proceso, porque una ciencia no se sostiene solamente con datos empíricos, sino que es una cosmovisión compartida por una determinada comunidad. (Costa y Casali, 2022)

Y en eso estamos, con una metodología que cae en crisis sencillamente como producto de las consecuencias de su larga y continuada aplicación, crisis a la que la mayor parte de sus adeptos aún se resisten de ver y buscan evadir pero que, tarde o temprano, por su propio bien deberán empezar a enfrentar -al menos si lo que realmente quieren es resolver los problemas de raíz- (Costa y Casali, 2022). El proceso de transición y cambio de paradigma mental será arduo, lento y probablemente prolongado en el tiempo, pero hoy realmente ya no es una elección, es una necesidad.

Algunas de las cuestiones principales que en el libro de AACRuS se comentan como estandartes del pensamiento que sustenta la metodología tradicional que consideramos en crisis, incluyen:

1. Los caminos son frágiles y, por causas naturales (agua y viento), se rompen con facilidad, de manera que la clave de su conservación es la remoción frecuente entendida como mantenimiento.
2. Los caminos deben moverse (arreglarse) periódicamente porque se ahuellan (rompen) debido al tránsito, mayormente luego de lluvias.
3. Las veredas son vistas como una cantera y, por tanto, se utilizan permanentemente -hasta agotarse- para extracciones laterales de suelo. Así, a medida que se extrae se toma más superficie y, en muchos casos, cuando se llega al alambrado, se plantea expropiar para seguir disponiendo del recurso suelo.
4. Todo lo que verdea es maleza y si verdea mucho es sinónimo de abandono, por ello, la vegetación apenas aparece hay que sacarla, de lo contrario da mal aspecto y valoración negativa de la gestión.
5. La gestión de estos caminos y su calidad se valorizan y miden en términos de su "capacidad" para mantenerlos arreglados, considerándose que cuanto más rápido y seguido se acude con los fierros, más eficiente es. En adición, cuánto más maquinaria y de mayor porte se tenga, más capacidad de atención y mantenimiento tiene el consorcio o municipio.

A continuación nos referiremos a cada una de ellas:

En principio, es errónea la concepción instalada de que las acciones de las lluvias y el viento (erosión hídrica y eólica) son los factores causales del deterioro sino que, como anticipábamos, lo que hoy tenemos son las consecuencias del manejo de los últimos 60 años el cual, remoción tras remoción fue dejando el suelo continuamente listo para ser arrastrado por dichos agentes (Costa y Casali, 2022). Porque claro está que la lluvia y el viento son los vehículos que transportan a los pasajeros (partículas de suelo) de un lugar a otro y generan erosión, sin embargo, la magnitud de ese transporte está determinada directamente por la cantidad de suelo suelto con la que se encuentren, si el mismo estuviera fijo en su lugar (sin removerse permanentemente), la erosión sería mínima y, por tanto, el nivel de rasante se mantendría. Por ejemplo, el poder erosivo del agua se explica entre otros factores por la longitud y grado de la pendiente, de manera que si los caminos se mantienen abovedados, con pendientes largas y/o pronunciadas y sin cobertura vegetal inevitablemente ocurrirá arrastre de suelo ante su paso, del cual luego una parte sedimenta en las cunetas y la otra se va con el agua -el agua marrón es suelo en suspensión-.

En definitiva, se puede decir que hemos creado las erosiones en los caminos, nada más que para tratar infructuosamente de resolverlas ya que, si originariamente no hubiéramos contrariado las leyes naturales -buscando mantener permanentemente un suelo movido sin cobertura-, se habrían evitado los problemas y esfuerzos dispendiosos de tiempo y dinero que continuamente se requieren y tendríamos los caminos en mejor estado, a una profundidad casi insignificante con respecto a la que actualmente tienen en relación a los campos linderos (Costa y Casali, 2022).

Un detalle esclarecedor más: si, hipotéticamente, las causales fueran las lluvias y el viento como se enuncia normalmente, la mayoría de los caminos de acceso a los campos y algunos abandonados sin tocar estarían erosionados y requerirían también de permanente atención, no obstante, se mantienen prácticamente a nivel de los lotes y sin generar ningún tipo de problemas (Costa y Casali, 2022). Obviamente que siempre hay erosión natural y por la acción del tránsito, pero es primordialmente nuestro manejo el factor principal de las devastadoras erosiones hídricas y eólicas que literalmente se los comen.

Por otro lado, yendo a la siguiente cuestión, hay una idea que debe quedar clara: los caminos (aunque comúnmente se diga lo contrario) en realidad se ahuellan porque se mueven (Costa y Casali, 2022). Dicho ahuellamiento no solo ocurre por el tránsito luego de las lluvias sino que, aunque no haya precipitaciones, el colapso de la estructura del suelo por las remociones previamente realizadas generalmente de cuneta a cuneta -que dejan el suelo desnudo, mayor superficie expuesta y colchones de tierra suelta- permite que se formen huellas incluso en seco, con voladuras de suelo asociadas y también lógicamente

acumulándose sedimento en las cunetas. Esto deriva en que cada vez no solo se deban gastar más recursos en su “mantenimiento” sino que se tengan los caminos más bajos (por tanto, más cercanos a las napas), lo cual conduce posteriormente a la necesidad de “alteos” (sí, de los mismos tramos que bajan como consecuencia de los mismos trabajos). Nuevamente volvemos a lo mismo, creamos el problema y luego la dudosa, costosa y poco probable solución y, de igual modo, podemos ver una situación diferente y esclarecedora en aquellos tramos abandonados o a los que las tareas de mantenimiento aún no alcanzaron a llegar, como así también en los caminos internos de acceso a los campos, todos estos están firmes, consolidados, comúnmente empastados y con alturas similares a las de los lotes linderos; la razón es clara, al no moverse permanentemente la erosión que sufren por causas naturales (lluvia y viento) es baja, como así también la pérdida de material.

Así se puede concluir que el piso y la estabilidad de este están relacionados directamente con la compactación, el empastado con vegetación espontánea (cuyo crecimiento será limitado por la circulación en gran medida o deberá mantenerse con cortadoras) y, cuando sea necesario, con el agregado de materiales (Costa y Casali, 2022).

Dejando de lado la erosión y las causas de la misma, pasemos a hablar de los espacios que permanentemente se usan como fuente de obtención de tierra para ir reemplazando, en la calzada, la enorme cantidad que en manos de aquella se pierde: estos espacios son los que llamamos veredas que, como ya dijimos, se encuentran entre las cunetas y los alambrados y, al menos hasta ahora, no son más que una porción -o franja mejor dicho- de recursos naturales que nunca se vio ni cuidó como tal sino que siempre estuvo librada a la buena de Dios, al servicio de lo que el hombre necesite y para el fin que quiera darle -más allá de vulnerar de este modo todos sus derechos como tal: fumigándolos, sembrándolos, removiendo su vegetación espontánea, quémándolos, o directamente destruyéndolos para extraer material- (Costa y Casali, 2022). Nunca se ha pensado siquiera en verlos como algo más que una reserva de suelo de la cual se puede tomar todo lo que se necesite, como algo que da y a lo cual no le debemos nada, sin embargo, el impacto ambiental que su manejo representa es enormemente negativo y, si los sacásemos de esa oscuridad y les empezásemos a dar el valor que tienen, las miles de hectáreas que los constituyen en toda su extensión podrían convertirse en un verdadero corredor rural/biológico, en el cual se priorice y favorezca el desarrollo de la biodiversidad del lugar.

Justamente esta última posibilidad vendría a llenar un vacío que cada vez es más grande en el ámbito rural: por la escasa variedad de cultivos y la creciente homogeneidad de los mismos el ambiente en sí se encuentra sometido a una gran presión, resultando en paisajes

altamente fragmentados y que tienen cada vez menor diversidad y espacio para la vida vegetal y animal en general (Costa y Casali, 2022).

En esta misma línea es que se llevan a cabo las tareas que recién se mencionaban y que igualmente contribuyen a la fragmentación y reducción de los hábitats de la mayoría de las especies que habitaban tales sitios; más allá de que se hacen con “buenas intenciones” la realidad es que radican en concepciones equivocadas: lo que se persigue con su realización es prevenir que ‘las malezas entren al campo’, aplicando cantidades enormes de agroquímicos, eliminando deliberadamente toda la flora (y fauna asociada) que naturalmente nace y se desarrolla allí, y dejando por tanto un suelo expuesto, librado a la erosión y con altas cargas de agroquímicos en las zonas de desagües agravando consecuentemente las contaminaciones de los cursos de agua cercanos (Costa y Casali, 2022).

Otra concepción errónea evidenciada es la idea de que las malezas preponderantemente entran desde las veredas al lote, cuando en verdad, las malezas que aparecen están asociadas de manera abrumadora al manejo del mismo y llegan hasta los alambrados por la uniformidad que lo caracteriza [cultivo-alambrado] (Costa y Casali, 2022). La razón de esta falencia es bastante simple y se debe a un sesgo notable que caracteriza nuestro entendimiento: cuando hablamos de manejo de suelo instintivamente asociamos el término solo al “productivo” y por ello directamente dejamos en el olvido lo que ocurre en las decenas de miles de hectáreas de suelo que se encuentran por fuera del alambrado, de manera que no solo no existe una revisión de los procesos que conforman el modus operandi sobre tales zonas de camino sino que, además, se piensa que todo lo que puede venir de allí, como no nos compete ni forma parte de la gestión que hacemos, es de raíz malo. Sin embargo, la experiencia demuestra que

Las malezas resistentes -yuyo colorado, sorgo de Alepo, raigrás, etc- que hay en las veredas provienen de nuestras prácticas dentro del lote; son las malezas que supimos conseguir y que pasaron por diferentes medios fuera del alambrado. Son como marcadores que indican que preponderantemente las malezas salen hacia las veredas y, por supuesto, además del banco propio, entran mayormente con las cosechadoras, corridas de aguas externas, acción de aves en los alambrados, vientos, etc. (Costa y Casali, 2022)

Sería de necios negar que, en algún caso particular, cierta especie pueda avanzar desde fuera del alambrado pero en ningún caso dicha posibilidad justifica la manera masiva y rutinaria en que la se procede, fumigando todo ‘por las dudas’ (Costa y Casali, 2022).

En adición, así como cuando aparecen rotaciones, coberturas y cultivos de invierno en el manejo de las parcelas, las especies consideradas malezas, como la rama negra, disminuyen notablemente su presencia en el lote, en las veredas ocurre algo similar: si dejamos de tratar con agroquímicos del alambrado hacia afuera (donde el vecino también existe aunque no reclame y es el Estado mismo -que debería velar por estos espacios-), aparecerán especies de gramíneas y otros tipos de vegetación que, en conjunto, solemos llamar vegetación espontánea y cuya presencia genera una competencia con tales “malezas” lo cual implica que las mismas se vean disminuidas -se retrotraigan- (Costa y Casali, 2022). En la siguiente foto se puede observar las consecuencias de tratar estos espacios con agroquímicos (en igual o mayor cantidad que lo que se les pone a los cultivos del lote lindero), produciéndose una selección a favor de las malezas más tolerantes y resistentes, desnudando para favorecer la erosión del suelo con la ayuda del manejo actual del camino, y con las napas al lado. En simultáneo se puede observar también lo que recién veníamos hablando, por un lado, la diferencia de altura entre el campo y el camino, que año a año se encuentra cada vez más bajo, producto de las tareas de “mantenimiento” que periódicamente se desarrollan; y, por otro, cómo va quedando dicha vereda producto de la extracción lateral que se hace para ir, hipotéticamente, arreglando y alteando el camino. Pronto, los postes de los alambrados empezarán a quedar sueltos, en el aire, producto de haberles comido el suelo en el que se sujetaban (Figura 18).

Figura 18.

Resultado de usar las veredas como cantera en los caminos rurales (postes a poco tiempo de quedar en el aire).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022).

Por otro lado, en cuanto a las plagas insectiles y otras, conviene promover y agrandar estas zonas de biorefugios que idealmente deberían desarrollarse en las veredas de los caminos rurales porque estimulan la multiplicación de benéficos, incluso de los que son plagas, pero sin la presión selectiva de los agroquímicos y cultivos con eventos, con lo cual ayudamos a los refugios que creamos dentro del lote (Costa y Casali, 2022). En adición, cabe traer a colación el tema de las taperas, por las que hoy día se hacen grandes esfuerzos por erradicar y enterrarlas, siendo que en verdad también debemos empezar a revalorizarlas, preservarlas y rebautizarlas como islitas de biodiversidad.

Ahora bien, en lo que a la vegetación específicamente respecta, como introducíamos se da una situación muy particular y es la siguiente:

el productor tiene por su experiencia una idea clara sobre las llamadas malezas del alambrado hacia adentro, pues por ejemplo siembra maíz y controla sus malezas, cuando implanta soja controla a la maleza maíz, al sembrar trigo hace lo mismo y cuando implanta su soja de segunda controla a la maleza trigo. Sin embargo, del alambrado hacia afuera generalmente todo es maleza, y cuando digo todo es todo, incluyendo cunetas y banquinas. No sólo el productor, el conjunto de actores en el medio vial en alguna medida comparten esta visión. (Costa y Casali, 2022)

Por tanto, como la demanda pretende que no haya “riesgos” potenciales para su producción cercanos a sus lotes, lo que la oferta debe hacer como respuesta es eliminar todo, mantener limpio y libre de cualquier tipo de vegetación todo el ancho de la zona de camino (Costa y Casali, 2022). De lo contrario surge la idea de estar frente a un descuido, a una falta de atención por parte de quienes mantienen los caminos y a un perjuicio “casi asegurado” para los cultivos. Sin embargo, esta concepción no solo es errónea como comentábamos previamente sino que va en contra, primero, de la evolución que las metodologías agrícolas hicieron con los años (hasta llegar a la siembra directa), donde se dejó de pensar que lo lindo y bueno era ver todo el suelo limpio, marrón y movido y el paradigma cambió completamente: ahora un buen lote antecesor a un cultivo es con cobertura -no desnudo- y sin remoción y, segundo, de lo que se hace en otros tipos de caminos, tanto en el ámbito urbano como en el de las rutas pavimentadas: irónica pero adecuadamente en todas ellas se utilizan permanentemente maquinarias de compactación sobre la calzada -cosa que tampoco se contempla aún para un camino rural- y el resto, previamente conformado se mantiene y empasta. Sin embargo, cuando los trabajos se hacen en carreteras de calzada natural se cambia completamente la concepción, usándose discos y motoniveladoras -bisturíes porque rasgan el suelo causando hemorragias- para remover y, lejos de empastar, se invierte en destruir la cobertura de las banquinas y

cunetas, en las que se remueve toda la cobertura existente para dejar el tan aclamado marrón de alambrado a alambrado: suelo desnudo, mayor superficie expuesta, mayor erosión y pérdida de material, menor biodiversidad, ausencia de zonas laterales firmes para detenerse, mayor polvo en suspensión y menor seguridad vial, por tanto, este cambio de concepción es completamente equivocado y perjudicial en todos los sentidos. Si fuéramos inteligentes comprenderíamos que solamente nos quedamos atrasados en esta gestión ya que, tanto la compactación como la presencia de vegetación espontánea en las banquetas, cunetas y veredas son fundamentales también en los caminos rurales.

La concepción a adoptar es clara: valioso cemento verde, regulador de caudal porque consume e infiltra mucha agua (captura en origen) y asegura transitabilidad; dejarlo que avance todo lo que el uso permita. No erradicar la vegetación de las cunetas ya que en conjunto con el empaste de las banquetas, constituyen bombas hidráulicas que contribuyen a bajar la napa (Costa y Casali, 2022). Como mantenimiento, cortar el pasto incluyendo banquetas, dejar el resto como vegetación espontánea y monitorear puntualmente el escurrimiento de agua si en algún tramo tiende a estancarse y cortar lo necesario, pero luego de un monitoreo, no por las dudas. Desde entonces, todos los recursos gastados para remover sin límites todo lo que verdea, de forma periódica y, ya sin dudas, perjudicial pueden comenzar a usarse ahora para comprar materiales y rellenar sitios donde se vayan formando huellas o bajos, en zonas inestables o hundidas (en lugar de remover todo, abovedar sacando tierra de los laterales a modo cantera y haciendo que, luego, por erosión se pierda más material y no solo se vuelvan a formar las huellas sino que el camino baje más y más, como un canal entre los campos linderos y cada día más cerca de las napas).

El corte del pasto es fundamental para estimular la propagación de vegetación cespitosa y rizomatosa, generalmente gramón, lo cual permitirá acortar la longitud de la pendiente horizontal y evitar la erosión hídrica -que se escape el camino-, en simultáneo ir monitoreando el centro que queda desnudo para detectar huellas y, si son consecuencia de napas cercanas, agregar materiales en la cantidad que se pueda y emparejar sólo el centro con labor muy superficial (Costa y Casali, 2022). Con las banquetas ya empastadas, si aún la pendiente lateral es en tramos erosiva o presenta los característicos cordones que dejan los bisturíes, se corrige con lo que sea adecuado, en el caso de los cordones generalmente con un paso suave de discos y demás, en épocas en las que las probabilidades de lluvias son menores, generalmente en invierno. Es conveniente desarmar los cordones empastados porque contienen rizomas, estolones, semillas de gramón que, al ser redistribuidos, verdearán rápidamente, primero con la vegetación de invierno y luego con el valioso gramón apenas se insinúe la primavera.

Por último, el con qué de la cuestión: con qué contamos para cumplir con el mantenimiento prometido, por el cual todos los vecinos y productores pagan una tasa vial y por tanto esperan acciones permanentes como respuesta. Está instalada y aceptada la idea de que mejor me atenderán quienes no solo tengan mejor presupuesto disponible sino aún más puntualmente quienes más y mayores máquinas tengan, es decir que cuán bueno se espera que esté el camino depende de cuántas motoniveladoras se tenga y de qué porte sean las mismas (Costa y Casali, 2022). Sin embargo y más allá de que siempre se proceda con buenas intenciones, se da una paradoja inquietante: los municipios o consorcios mejor dotados de equipamientos y capacidad de trabajo son en realidad los mayores responsables del problema, los más dañinos. Por ello, lamentablemente, mientras el sistema de pensamiento imperante no se modifique y por tanto, los usuarios no dejen de valorar como positivas tales cuestiones la situación seguirá siendo la misma, desgarrar sistemáticamente con los idolatrados bisturíes cuanto camino se pueda, generando inevitablemente más y más hemorragias masivas (pérdida de suelos) que llevan directamente a la necesidad de seguir rasgando el suelo al poco tiempo -lo antes posible para ir zafando de los reclamos de los transeúntes-.

En adición, mientras sigamos haciendo lo mismo, incluso con más frecuencia, tendremos la ilusión de transitabilidad instantánea, pero a costa de una devastadora erosión y un futuro desolador (Costa y Casali, 2022).

Todo establecido, todo el mundo la tiene clara, no sólo la parte de la oferta, (comunales, municipios, vialidad, consorcios camineros), también la demanda, (generalmente productores agropecuarios) están de acuerdo con estos manejos. Los reclamos o las aprobaciones se asocian en gran medida a la frecuencia de remociones. Se habla de mover, mover y arreglar. Esta idea de pasar seguido es señal de atención, de buen servicio, de no ser abandonado. Sospecho que tiene arraigo en lo que eran las buenas prácticas de labranza convencional. Lo apropiado era mantener el suelo desnudo, parejo y libre de yuyos hasta la siembra y el número de pasadas de herramientas era una valoración positiva. (Costa y Casali, 2022)

Semejante a lo que ocurría con el arado de rejas y vertederas antes de que la siembra directa desplace a la labranza convencional, la motoniveladora, símbolo y estandarte del manejo tradicional de caminos rurales, es la peor enemiga de estos de los últimos 60 años y aún no lo vemos, todo es una cuestión de costumbres transmitidas sin cuestionamiento alguno, hecha por repetición de hábitos infundados (Costa y Casali, 2022). En este caso, se parte del falso credo del desgaste natural de los caminos y que la motoniveladora es la herramienta esencial para mantenerlos.

Por ello es momento de revisar procesos, ideas y costumbres, reflexionar al respecto sin prejuicios y emociones sobre lo que pensamos y hacemos sobre las arterias y vasos comunicantes de nuestro sistema rural (Costa y Casali, 2022). Sin ánimos de echar culpas o juzgar responsables, nuestras ideas convencionales y los procesos necesitan una drástica y desapasionada revisión.

La valoración del sistema de gestión debe cambiar imperiosamente, pasando de dejar de valorar la cantidad de veces que las máquinas pasan a mover un determinado tramo de camino al año por una valorización de la estabilidad y el buen estado de los caminos, la transitabilidad de los mismos y los kilómetros de banquetas empastadas, cobertura de vegetación espontánea en las veredas y la existencia de materiales para rellenar y/o estabilizar.

Lo grandioso y sumamente considerable es que, el manejo alternativo por el que podemos empezar a optar, no implica necesariamente gastos adicionales, sino sustitutivos en gran parte (Costa y Casali, 2022). Más concretamente, con el sistema sustentable que se propone, donde la protagonista pasaría a ser la cortadora de pasto, los gastos bajan drásticamente y permiten ahorros millonarios; se ahorra en hojas niveladoras autopropulsadas -motoniveladoras- o de arrastre, repuestos, combustibles (con huellas de carbono incluidas), para destinarlos a materiales y maquinarias nacionales de bajo costo relativo. Así, la permanente respuesta de “no hay recursos” quedaría atrás, disponiendo de los mismos de manera consciente en pos de un modelo sustentable en todos los sentidos y con expectativas de mejora fundadas (todo lo opuesto a lo que actualmente nos ocurre: sabemos que año a año los caminos cada vez están más bajos, más destruidos y requieren más tareas de “mantenimiento”).

En este sentido, debemos meternos en la cabeza que con cada 200 litros de gasoil ahorrados se pueden adquirir aproximadamente 8 toneladas de escorias, o lo que fuere, lo cual nos indica que el cambio es completamente posible y rentable, solo hay que analizar muy bien las tareas que realmente son necesarias y beneficiosas para el camino, en vez de largarse masivamente con los fierros para operaciones indiscriminadas, empezar a pensar en cirugías no invasivas en puntos clave que realmente lo requieran (Costa y Casali, 2022).

En concordancia, debemos vislumbrar con mayor claridad algo más que comúnmente nos sucede: solemos confundir problemas con inconvenientes: a todas luces, luego de lograr esta transición de metodologías salimos de -graves- problemas, que son la pérdida de suelos y biodiversidad, y conviviremos con inconvenientes semejantes a las rutas pavimentadas, donde son de rutina los trabajos de agregado de materiales, corte de pasto, etc., para mantener -verdaderamente- los caminos (Costa y Casali, 2022).

En definitiva, luego de todo el análisis detallado de cada parte de la cuestión podemos ir concluyendo que, si estas ideas fuerza vigentes, prácticas y resultados asociados se sometiesen (tal como deberían) a un estudio de impacto ambiental, de seguro no acabarían con una valoración positiva ni serían aprobadas (Costa y Casali, 2022). Como sociedad estamos acostumbrados, desde el punto de vista ambiental, a tomar porciones de recursos naturales (cursos de agua, subsuelo, espacio aéreo, terrenos, etc.) para aprovecharlos -o explotarlos- a nuestra conveniencia o beneficio, sin embargo mayormente en todos estos casos dichos recursos están sujetos, en cierta medida, a regulaciones ambientales y, por tanto, hoy día se tiene una cierta consciencia de que todas nuestras acciones sobre los mismos tienen efectos. No obstante, con las miles de hectáreas que desde hace varias décadas se tomaron y afectaron para el traslado no pasa lo mismo, no existen ni regulaciones¹⁰ ni un mínimo grado de consciencia del impacto causado, todos los actores actúan directamente como si el mismo no existiera, y ¡vaya que existe!

En el ámbito rural hace un par de años que se habla, implementa e, incluso en algunos lugares, premian las “buenas prácticas ambientales” dentro de los lotes, de igual modo algunos manuales se refieren a las buenas prácticas en la construcción de carreteras como por ejemplo no dejar residuos de materiales en las rutas en construcción, como aceites, envases, etc. pero el impacto más importante y grave que está dado por la erosión causada mediante las prácticas de mantenimiento imperantes basadas en tareas de remoción permanente y periódicas no se ve ni se contempla, no se nos cruza por la cabeza más que como una externalidad inevitable, adjudicada, errónea pero necesariamente para salvarnos, a causas naturales (Costa y Casali, 2022). Este hecho representa no solo un sesgo enorme en la conducta y la visión que tenemos sobre lo que hacemos, sino una ceguera inatencional en la que todos estamos metidos hasta la cabeza desde hace décadas. Tenemos las pruebas delante de nuestros ojos, pero no las vemos, un sesgo de conducta muy común en nosotros -los sapiens- que, tal como explican los especialistas, se trata de

¹⁰ Cabe en este punto hacer una mención especial sobre el caso particular (y vanguardista) de la Provincia de Santa Fe, ya que la misma es pionera en leyes y normativas ambientales contando en la actualidad con las siguientes: Ley de Arbolado Público 82/9004, Ley de Fitosanitarios, Ley del Árbol 13836, Corredor biológico Rosario - Santa Fe, Prohibición de siembras en rutas provinciales Res. 094 y Sistema Interconectado para la Conservación de la Diversidad Biológica (S.I.R.E.C.O.-D.B.) integrado por áreas naturales de uso público y privadas protegidas que cubre una superficie en torno a las 11.000 ha. (Costa y Casali, 2022). Ahora bien, se debería revisar una cuestión a este respecto para tener también un avance en el ámbito rural: las veredas según esta nueva visión ¿no constituyen un sistema interconectado para la diversidad biológica y en el caso de Santa Fe de aproximadamente 22.000 ha? Se lograría como mínimo triplicar las áreas actuales y se llevaría a cabo sólo con capital social, gestión y claridad de objetivos (sin implicar esfuerzos económicos ni inversión alguna).

una ceguera por falta de atención, al enfocar nuestra atención en algo, el resto del mundo queda a oscuras. Sencillamente, cuando las personas dedican su atención a un área o aspecto particular de su mundo visual tienden a no advertir objetos no esperados aun cuando éstos sean prominentes, potencialmente importantes y aparezcan justo allí donde ellos están mirando. En este caso, la atención siempre está puesta en lo que ocurre del alambrado hacia adentro, sin siquiera vislumbrar lo que está pasando más allá de este, es decir, en los caminos que interceptan e interconectan los lotes que tanto nos preocupan. En lo que hace a quienes se encargan de los caminos, existe un trabajo rutinario con prácticas preestablecidas que vienen desde hace más de 6 décadas atrás, por tanto, se decide entre estas cuáles aplicar o, mejor dicho, dónde pero nunca se pone la mirada en sí están bien o mal, o en las consecuencias que tienen.

Retomando algo que mencionamos un poco más arriba y que viene a colación perfectamente ahora, si simplemente nos paramos en la última cuadra de tierra de la zona urbana y vemos cómo está la misma y luego continuamos hasta que comienza la zona rural podremos identificar que los problemas se deben a las diferentes prácticas desarrolladas: en el modo urbano el manejo es igual al propuesto como sustentable, en el modo rural todo lo contrario: así veremos camino compactado vs camino removido, ahuellado, con surcos, serruchitos y pérdida de material, camino con cemento verde en las orillas vs laterales (banquinas, cunetas y generalmente hasta veredas) removidos para eliminar todo vestigio de cobertura vegetal, firmeza y suelo consolidado en el centro vs tierra suelta (como talco en el peor de los casos, según el tipo de suelo), buena visibilidad vs nube de tierra volando, sitios firmes y seguros -empastados- para detenerse a la orilla vs banquinas movidas, inestables, cunetas profundas e imposibilidad de pasar o frenar un vehículo allí, etc. (Costa y Casali, 2022). El análisis es básico, no requiere de mucho esfuerzo, solo de tener la intención de ver más allá de las costumbres, de abrir la cabeza para ver que la solución solo requiere unificar metodologías, estrategias, perspectivas, técnicas, conceptos y prácticas (incluso cuando esto requiera un cambio de hábitos, costumbres e ideas instaladas).

4.1. Ideas fuerza de la Metodología de Manejo Sustentable.

Finalmente, para quedarnos concretamente con lo primordial y aprendido, las ideas fuerza que engendran lo propuesto en esta metodología que aparece como una alternativa sólida y, no menos importante, local, denominada como “sustentable” son las siguientes:

- ESTABILIZAR LOS CAMINOS EVITANDO REMOVER CALZADAS Y CUNETAS de forma periódica y permanente, llevar a cabo un manejo basado en controlar la erosión y evitar que el suelo se escape por la cuneta y el aire. El fundamento es claro y ya lo venimos desarrollando desde el inicio: las remociones masivas, frecuentes, rutinarias, sin cobertura

vegetal y con pendientes pronunciadas son las mayores causales de las erosiones hídrica y eólica que degradan los caminos rurales.

Esta práctica extendida gradualmente permitirá que los materiales agregados y esparcidos al mezclarse con las partículas del suelo aumenten la compactación (fomentada por el tránsito de vehículos en conjunto con la no remoción) y, por ende, que la infiltración de agua en la calzada sea menor. Además, al formarse agregados más pesados disminuirá ostensiblemente la voladura de los mismos y los riesgos de accidentes y erosión eólica serán menores.

- **APROVECHAR LAS VEREDAS COMO CORREDORES BIOLÓGICOS.** Dejando de verlas como canteras de reserva de tierra y empezando a contemplarlas como lo que son: franjas de recursos naturales gracias a las cuales se puede promover la diversidad biológica, en general con vegetación espontánea, que contribuye a retener una parte significativa de vida silvestre, hábitats para especies vegetales, fuentes de néctar y polen, refugio y alimento de predadores y parásitos de plagas, también ellas, pero sin la presión de agroquímicos y eventos que tienen en los cultivos. Además de prestar servicios ambientales al productor lindero por los biorrefugios, a las organizaciones viales y a la ciudadanía, estos espacios (según el manejo que tengan) también consumen agua y fijan suelo.

- **EMPASTAR LAS CUNETAS.** Al promover en las cunetas -y banquetas- el desarrollo de vegetación espontánea con un diseño que tienda a ser parabólico, disminuirá la velocidad del agua (lo que no implica que se frene la misma y las cunetas no trabajen) y se favorecerá tanto la infiltración y conducción del agua en el perfil del suelo (y la acumulación de agua en este) como la evacuación vertical a través de la transpiración vegetal. Lógicamente se requerirán tareas de mantenimiento (como cortes periódicos para garantizar que las cunetas trabajen adecuadamente y/o reducir la altura alcanzada por la vegetación) y microcirugías en casos puntuales donde ocurra un estancamiento prolongado de agua que perjudique algún tramo o cultivos.

Es clave comprender que no necesariamente debe moverse masivamente suelo para dejar cunetas cóncavas, porque la vegetación posibilita la sedimentación del mismo y gradualmente tenderá a eliminarse el ángulo en V de las mismas (Costa y Casali, 2022). Este planteamiento por tanto es totalmente opuesto al criterio actual generalizado de cunetas sin cobertura y en V que aumentan el poder erosivo del agua debido a la mayor velocidad, con arrastre de suelo, y obstrucciones de alcantarillas, etc.

En cuanto a los dos últimos ítems hay una consideración importante que recordar siempre, el tener tanto las veredas como las cunetas y banquetas con vegetación y florecidas es mejor, al menos, por tres motivos; muchas especies son excelentes proveedoras de néctar y

polen (cardos, tréboles, crucíferas, etc), representan un hábitat para la fauna y consumen más agua por su estado fenológico -de floración o fructificación-. Por ello mismo, en Inglaterra, a la cobertura vegetal la llaman “cemento verde”, por la firmeza y estabilidad que les confiere a los caminos (mientras que nosotros la consideramos maleza y gastamos para destruirla).

Sobre todo en zonas de bajos, donde las napas están cercanas o donde hay suelos salinos/salitrosos (con mucho sodio) es fundamental dejar que verdee. En este caso no remover, cortar el pasto sólo en banquetas, y promover vegetación para fijar y afirmar el suelo, disminuyendo la potencial erosión y pérdida de material arrastrado por agua y aire.

- ANCHO DE USO AJUSTADO AL AMBIENTE VIAL (al uso). Con recursos escasos hay que maximizar el verde y salir de la ortodoxia de los anchos del manual y evaluar el ambiente vial, que el mismo paso de vehículos determine la “calzada” y hasta donde crezca la vegetación.

- CENTRAR EL TRÁNSITO PARA LOGRAR COMPACTACIÓN. El paso repetido y permanente de los vehículos actúa como aquellas maquinarias que se utilizan habitualmente en las rutas pavimentadas para lograr compactar el material desagregado. Cuando el camino está firme y estabilizado no se formarán grandes ahuellamientos sino que se producirá el conocido “engomado”, donde el suelo está tan firme que apenas se marca, pero resiste tanto el impacto de las gotas de lluvia, como la infiltración (favoreciendo el escurrimiento) y la conocida erosión -tanto por agua como por aire- que, en otras circunstancias, es la que se lleva el suelo.

A su vez, este tránsito por el centro determinará el ancho de uso mencionado en el ítem anterior y, por tanto, hasta dónde crezca la vegetación.

- AGREGADO DE MATERIALES EN LAS HUELLAS Y BAJOS. En lugar de rascar de abajo y remover todo el suelo de lado a lado (incluso sacando de las veredas), se debe comprar y agregar material con una cierta granulometría que luego se mezcle con el suelo del lugar. En caso de que existan cordones se pueden desarmar los mismos con el paso de un disco liviano y emplear dicha tierra para rellenar huellas dentro del mismo tramo de camino (idealmente en invierno para que luego se afirme, si lo hiciéramos en la época de lluvias -primavera/verano-, las mismas se llevarían el material rápidamente)

Actualmente, tal como se relata en el Libro de AACRuS, existen ya varias comunas y municipios dentro de las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba que han decidido empezar a manejar ciertos caminos y tramos de otros como propone esta metodología “sustentable” y los resultados son elocuentes, no hay quejas ni reclamos al respecto, en

todos los casos se ha comenzado por dejar de remover el suelo y la cobertura vegetal que verdea en las orillas, dando inicio a la implementación de un corte de pasto periódico sobre las banquetas y cunetas para mantener en las mismas una altura conveniente de la vegetación (mayormente gramíneas). Esto se complementa, de ser necesario, con una reducción en la altura de la vegetación de mayor tamaño que generalmente se desarrolla sobre las veredas. Así hay quienes han optado por poner a prueba la propuesta y ver los resultados de esas simples acciones como también hay otros que ya han realizado, como es ideal si se desea partir de bases aún más sólidas (es decir, no requerir luego hacer correcciones en la calzada), un borrado superficial de huellas y desniveles (en caso de ser necesario) y/o un bacheo agregando materiales pétreos en las huellas y partes más bajas para luego continuar sencillamente con un mantenimiento de esta índole en los sitios donde se determine como necesario.

Es increíble el cambio que se ha logrado en tan poco tiempo -menos de 2 años- pasando de tener los caminos pelados, con suelos desnudos prácticamente en todo el ancho, a tenerlos con cobertura vegetal, banquetas y cunetas empastadas, disminuyendo notablemente las erosiones hídricas y eólicas, con lo que se evitará que se sigan deprimiendo tan rápidamente. (Costa y Casali, 2022)

Es el momento de dar el gran salto: incorporar materiales – pétreos o escorias – estabilizando huellas y baches en bajos prioritarios para el tránsito. Y luego, masificarlo con mayores cantidades de materiales, para estabilizar las calzadas en el ancho que sea realmente necesario en función de la intensidad del tránsito, al ir sustituyendo cifras millonarias que se malgastaban en combustibles, lubricantes, repuestos y reparaciones frecuentes de motoniveladoras, etc., en toda la red de caminos rurales. (Costa y Casali, 2022).

Luego de visitar muchas y diversas zonas de la pampa húmeda (con distintos tipos de suelos y características fisiográficas, etc.) está probado que en todos los casos funcionan y son aplicables los mismos principios generales y la clave está en la no remoción, que favorece la tan primordial y olvidada compactación. Los resultados¹¹ comienzan a verse en semanas, lógicamente de acuerdo con la época del año por el desarrollo de vegetación y el tipo de suelo del que se trate en cada sitio (Costa y Casali, 2022). Para cada región es aconsejable mirar con detenimiento las cuestiones que más falta hacen o que requieren mayores esfuerzos de acuerdo a las características naturales del lugar, sin embargo siempre resulta útil ver los accesos a los campos y/o los tramos de caminos con poco mantenimiento, ya que son muy buenas referencias de lo que podemos lograr.

¹¹ Se incluye un Anexo Fotográfico en el cual se puede observar visualmente los mismos como así también gran parte de lo comentado hasta aquí al respecto.

Discusión Capítulo 2:

Indudablemente, el hecho de no implementar una metodología de manejo y mantenimiento de caminos rurales respetuosa con el medio dentro del cual están inmersas estas vías no radica ni en que sea un imposible ni en una incompatibilidad. Y, aunque las razones se desconocen y podemos atribuírselas simplemente al facilismo, a la reticencia al cambio o a la falta de rigor en el control de los procedimientos utilizados, lo que no podemos dejar pasar es que las consecuencias, sin dudas, son mucho más preocupantes.

Como pudimos apreciar, las formas de proteger tanto al medio abiótico como a la flora y a la fauna que en él se encuentran son innumerables, de diferente grado de complejidad y compromiso pero de gran importancia al fin. Por ello, no solo es propicio sino que es menester imitar cada una de las buenas acciones, técnicas y medidas que se han comentado; tomarlas, adaptarlas en caso de ser necesario e iniciar su aplicación.

Por último y no menos importante, lo fundamental de destacar y reconocer cuán útil y favorable resulta el hecho de que exista no sólo una propuesta alternativa reciente tan bien formulada en nuestro propio país, en nuestra propia zona sino que eso es indicio de que realmente hay personas, profesionales con la intención y las ganas de trabajar en el tema, de transformar lo que tenemos para bien, de mejorar la metodología tradicional a los fines de conservar la casa común intentando que nuestros actos sean, al menos de aquí en más, lo menos invasivos y dañinos posible, para el bien de la sociedad en general y también de todos los demás seres que viven, o intentan hacerlo, en estos lugares.

CAPÍTULO 3.

Finalmente, a partir de la información previamente recabada, analizada y desarrollada en los capítulos anteriores, nos abocaremos a realizar una evaluación integral y comparativa que nos permita determinar y visualizar objetivamente las implicancias que la Metodología actual de mantenimiento de caminos rurales tiene sobre el ambiente y sus habitantes y las que tendría si se ajustara y mejorara en función de lo comentado. Para ello se decide emplear como herramienta una metodología con la que se ha trabajado dentro de la carrera en cuestión conocida como Matriz de Leopold Ampliada, la cual se ha utilizado a lo largo de muchos años para evaluar el impacto ambiental de cualquier actividad, proceso, proyecto u obra que se quisiera llevar adelante, bajo el marco del requisito denominado Estudio de Impacto Ambiental y que fue extraída de la tercera edición de la obra del Ing. Agrónomo Vicente Conesa Fernández - Vitora (2000). Se optó por trabajar con dicha Matriz por considerarse, en primer lugar, pertinente a los fines perseguidos y, en segundo lugar, convenientemente entendida, asimilada y practicada/adiestrada (lo cual se encuentra acreditado por la satisfactoria aprobación de la asignatura académica que en ella se centraba -Gestión Ambiental I-). Esto último garantiza su correcta aplicación y, por ende, fiabilidad en los resultados obtenidos y conclusiones asociadas.

Así, se pretende que, a partir de lo resultante se pueda determinar exactamente cómo conviene continuar trabajando en lo que a dicho manejo/mantenimiento de caminos rurales hace, desde una mirada verdaderamente integral, en la que finalmente se empiece a incluir el enfoque ambiental. Para cerrar dicha evaluación, se presentarán las conclusiones a las que se ha podido llegar, sirviendo estas de guía al momento de reformular completamente, mediante un trabajo interdisciplinario, la Metodología en cuestión.

5. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Antes de proceder a la evaluación de ambas variables metodológicas, se considera pertinente definir algunos de los conceptos más relevantes de este capítulo.

En primer lugar, cuando hablamos de **Ambiente o Medio Ambiente** nos referimos al “entorno vital, o sea el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan con el individuo y con la comunidad en que vive”. (Conesa Fernández - Vitora, 2000)

Dicho entorno actúa como una fuente de recursos para que el hombre pueda desarrollarse en el mundo, constituidos tanto por materias primas como por energía (Conesa Fernández - Vitora, 2000). Sin embargo, como solo algunos de ellos son renovables, es totalmente

errónea la idea de que se trata de una fuente ilimitada de recursos y, por tanto, se debería hacer un uso responsable de los mismos, para no llegar a una situación irreversible como consecuencia de su explotación indiscriminada. Por ello, aunque dicha contemplación va en aumento, como mayormente la utilización de estos históricamente ha sido desconsiderada y como si fueran inagotables, se puede considerar que el problema en gran medida se debe a una educación ambiental deficitaria de forma generalizada, en todos los niveles.

En adición, como es evidente, todas las acciones humanas afectan de algún modo a cada uno de los ecosistemas, integrantes de dicho ambiente, en los que se desarrollan y a ellos nos referimos cuando hablamos de **Impacto Ambiental**¹² al efecto o alteración, favorable -impacto positivo- o desfavorable -impacto negativo-, que una acción o actividad produce en el medio o en alguno de sus componentes (Conesa Fernández - Vitora, 2000). Por tanto, el impacto de una actividad, proyecto, proceso, procedimiento, etc. sobre el medio ambiente está constituido por la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del primero, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación. En el caso de que la afectación sea negativa, es decir ocasione un perjuicio, se habla de **daño ambiental** el cual, en términos de la Ley General del Ambiente 25.675 se define como “toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos” (2002).

A su vez, cada impacto se puede analizar en función de diferentes variables o características, como ser su **Importancia** que sencillamente expresa la relevancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental y, mediante una valoración de la misma, nos permite hacer una especie de ponderación entre distintos impactos, o su **Extensión** que se refiere directamente a la amplitud de la superficie afectada por el mismo (Conesa Fernández - Vitora, 2000).

En nuestro país, para determinar dicho Impacto Ambiental previo y asociado a la puesta en marcha de cualquier nuevo proyecto, actividad u obra se emplea un estudio técnico de carácter interdisciplinar y prospectivo que recibe el nombre de **Estudio de Impacto Ambiental** (EslA) y que, incorporado en el procedimiento de la EIA (Evaluación de Impacto Ambiental), está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que las acciones que constituyen a quel pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno (Conesa Fernández - Vitora, 2000).

¹² Resulta pertinente aclarar que impacto no es un sinónimo de efecto (cualquier variación o modificación de los factores ambientales por la acción de un proyecto/actividad/obra) sino que el impacto vincula la valoración de la significancia, positiva o negativa, producida sobre la calidad ambiental.

Por otra parte, a los diversos componentes del Medio Ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta y son el soporte de todas las actividades del hombre se los suele englobar bajo la denominación de **Factores Ambientales** (Conesa Fernández - Vitora, 2000). Cada uno de ellos es susceptible de ser modificado por el humano y, como es presumible, dichas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suelen ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y que, por tanto, son más fácilmente soportables. Dentro de los mismos están:

- el hombre, la flora y la fauna.
- el suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- las interacciones entre los anteriores.
- los bienes materiales y el patrimonio cultural.

En concordancia con lo recién mencionado sobre cuán soportables sean para el medio las alteraciones causadas sobre sus componentes, comúnmente se suele hablar de la **capacidad de acogida** que aquel tenga, es decir, la aptitud de un ecosistema del mismo o territorio para acoger o receptar en él un determinado proyecto, obra o actuación (Conesa Fernández - Vitora, 2000) y de la **fragilidad ambiental** que, específica y similarmente, se refiere a la vulnerabilidad o grado de susceptibilidad que tiene el medio a ser deteriorado ante la incidencia de determinadas actuaciones.

5.1 Tipología de impactos y criterios de clasificación.

Por último y ya introduciéndonos en conceptos empleados específicamente por la herramienta de evaluación que aplicaremos sobre cada variable de la metodología (vigente y modificada), ahondaremos aún más en la Tipología de los Impactos, o sea, en la caracterización/clasificación de los mismos (Conesa Fernández - Vitora, 2000). Cabe aclarar que un mismo impacto puede pertenecer a 2 o más de los grupos tipológicos presentados a continuación; los criterios de clasificación según la Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental del Ing. Conesa Fernández - Vitora (2000) son los siguientes:

5.1.1 Por la calidad ambiental:

→ **Impacto positivo:** aquel, admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

→ **Impacto negativo:** aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los

perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

5.1.2 Por la intensidad o grado de destrucción:

→ **Impacto notable o muy alto:** Aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del Medio Ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto. En el caso de que la destrucción sea completa, el impacto se denomina **total**.

→ **Impacto mínimo o bajo:** aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

→ **Impacto medio o alto:** aquel cuyo efecto se manifiesta como una alteración del Medio Ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

5.1.3 Por la extensión:

→ **Impacto puntual:** cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.

→ **Impacto parcial:** aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.

→ **Impacto extremo:** aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

→ **Impacto total:** aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.

→ **Impacto de ubicación crítica:** aquel en que la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente se da en Impactos Puntuales.

5.1.4 Por el momento en que se manifiesta:

→ **Impacto latente (corto, medio o largo plazo):** es aquel cuyo efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca (tanto a medio como a largo plazo).

→ **Impacto inmediato:** aquel en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo.

→ **Impacto de momento crítico:** aquel en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación.

5.1.5 Por su persistencia:

→ **Impacto temporal:** Aquel cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Puede ser:

◆ **fugaz** si la duración del efecto es inferior a un año,

◆ **temporal** si dura entre 1 a 3 años,

◆ **pertinaz** si dura entre 4 y 10 años.

→ **Impacto permanente:** aquel cuyo efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los factores medioambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo. A efectos prácticos, se considera permanente un impacto con una duración de la manifestación del efecto superior a 10 años.

5.1.6 Por su capacidad de recuperación:

→ **Impacto irrecuperable:** aquel en el que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana.

→ **Impacto irreversible:** aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retomar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

→ **Impacto reversible:** aquel en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

→ **Impacto mitigable:** efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

→ **Impacto recuperable:** efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

→ **Impacto fugaz:** aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto.

5.1.7 Por la relación causa-efecto:

→ **Impacto directo:** es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

→ **Impacto indirecto o secundario:** aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.

5.1.8 Por la interrelación de acciones y/o efectos:

→ **Impacto simple:** aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.

→ **Impacto acumulativo:** aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

→ **Impacto sinérgico:** aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos.

5.1.9 Por su periodicidad:

→ **Impacto continuo:** aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

→ **Impacto discontinuo:** aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.

→ **Impacto periódico:** aquel cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.

→ **Impacto de aparición irregular:** Aquel cuyo efecto se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

5.1.10 Por la necesidad de aplicación de medidas correctoras:

→ **Impacto ambiental crítico:** efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata pues, de un Impacto **Irrecuperable**.

→ **Impacto ambiental severo:** efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo dilatado. Sólo los Impactos **Recuperables**, posibilitan la introducción de medidas correctoras.

→ **Impacto ambiental moderado:** efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retomo al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo.

6. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS 2 ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES ABORDADAS.

Habiendo ya detallado los términos y conceptos más importantes y necesarios, que se darán por conocidos y comprendidos en la presente sección, nos encontramos en condiciones de sumergirnos en la evaluación de las mencionadas alternativas propiamente dicha; la misma nos dejará finalmente en condiciones de someterlas a una detallada y fundamentada comparación.

6.1. Sobre la herramienta de evaluación a emplearse.

Así, con el propósito de evaluar la versión vigente de la metodología de mantenimiento de caminos rurales aplicada sobre todos aquellos que interconectan nuestro territorio, desde un enfoque integral en el que se haga especial hincapié en la cuestión ambiental y luego comparar esta con una nueva y potencial versión de la misma mejorada desde dicha perspectiva ambiental, se procede, tal como se introdujo, a utilizar una herramienta de evaluación previamente usada (en una de las asignaturas de la carrera que nos compete).

Para ello, se pasará a emplear dicha herramienta en dos instancias, en la primera se evaluará la metodología de mantenimiento actualmente utilizada tal cual como fue formulada o, mejor dicho, como es aplicada y, en la segunda, se evaluará la versión modificada de la misma que se propone como recomendable de comenzar a implementar.

Cada una de ellas se desglosará en las actividades que las componen para proceder a su evaluación y a la determinación de cómo o cuánto impactan las mismas en los distintos componentes del medio, es decir, en el ambiente/entorno sobre el que se llevan a cabo.

6.1.1. Escenario hipotético tomado como objeto de estudio.

Como estas metodologías son genéricas y se aplican en tramos de caminos que interceptan zonas, ecosistemas y entornos muy diversos, se decide contemplar un sitio hipotético en el cual se encuentren presentes todos los posibles actores que pudieran existir en cada uno de ellos, es decir, adoptando una postura conservacionista para no omitir o dejar olvidados ciertos impactos. Esta elección no tendrá implicancias al momento de evaluar dichas dos versiones debido a que, para ambas, se contemplará el mismo escenario circundante.

El tramo de camino considerado será parte de un camino de calzada natural que conecta una localidad de varios miles de habitantes con la zona rural de la misma, en la cual no solo viven varios productores sino que también hay, a unos 12 km del pueblo, una escuela de campo.

En la zona, casi la totalidad de los lotes se emplean para fines productivos, habiendo tanto aquellos que se utilizan para agricultura como otros en los que se desarrollan actividades ganaderas. Esto se debe en gran medida a que se trata de una zona de llanura, con suelos fértiles, de alta productividad y un clima templado que acompaña; por el mismo motivo también hay mucha biodiversidad en los ecosistemas del lugar. Por último, es importante mencionar que todo el agua que escurre a través del sistema colector y evacuador del camino es transportada hasta llegar a un curso de agua cercano al que, de algún modo, alimenta y que las napas de la zona, no se encuentran a demasiada profundidad.

6.1.2. Metodología cualitativa - Matriz de importancia.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la Matriz de importancia nos permitirá obtener una *valoración cualitativa* de los impactos causados por la versión de la metodología de mantenimiento de caminos rurales evaluada.

Se trata de un análisis enunciando, describiendo y analizando los factores más importantes constatados, justificando el por qué merecen una determinada valoración.

El proceso de evaluación de impactos consiste de las siguientes tareas:

- Identificación de las actividades o acciones de la metodología que puedan resultar en impactos, negativos o positivos, al medio ambiente.
- Predicción de cómo estas acciones afectarán los diversos componentes ambientales (físico, bióticos o sociales), con base en experiencias previas y juicio propio (caracterización del efecto).
- Evaluación de la magnitud e intensidad de cada impacto (grado de incidencia).

La valoración cualitativa se efectuará a partir de una matriz de impactos, donde cada casilla de cruce en la misma -o elemento tipo- nos dará una idea del efecto que cada acción impactante produce en el factor ambiental impactado.

La importancia del impacto será entonces el ratio a través del cual se mide cualitativamente el impacto ambiental en función del grado de incidencia y de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo:

- **Naturaleza (signo):** se refiere al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

- **Intensidad (I):** hace alusión al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, donde el (12) expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el (1) una afección mínima. Los valores intermedios reflejan situaciones intermedias. En nuestro caso, según el grado de destrucción posible de generar, utilizamos la siguiente distribución de valores: Muy bajo: 1. Bajo: 3. Medio: 5. Alto: 8. Muy alto: 10. Total: 12.

- **Extensión (EX):** se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. En este caso, la escala de valoración está comprendida entre 1 y 8. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa sino que tiene una influencia generalizada en toda la Planta el impacto será evaluado como extenso (4). Mientras que, si este último afecta a todo el entorno que rodea a la Aceitera (que constituye el llamado “entorno del proyecto”) o incluso más allá del mismo

(por ej. en el caso de los transportes o los efluentes que no se sabe dónde se disponen exactamente), entonces se lo categoriza como afectación total (8). Hay 2 posibles categorías más: parcial (2) donde la afectación se produce en un área más amplia que en el caso de un efecto puntual -sobre el espacio pequeño y específico donde se genera- por ej. en un sector determinado de la Planta y crítica cuanto se produce en un momento o condición crítica -ej. se fumiga con viento en la dirección de una escuela- (+4 → pudiendo llegar a ser 12 si a la vez es Total: simultáneamente sale afuera y se produce en tal situación).

- **Momento (MO):** alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. La escala está comprendida entre el 1 y el 4, donde el (4) representa tanto una manifestación inmediata del efecto como una inferior a un año (corto plazo). Si se trata de un período de tiempo que va de 1 a 5 años, se le asigna el número (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, se le asigna el número (1).

- **Persistencia (PE):** se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, el efecto es Permanente, con un valor (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

- **Reversibilidad (RV):** hace alusión a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto/obra, es decir, de que retorne a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

- **Recuperabilidad (MC):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto/obra/actividad, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es

Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

- **Sinergia (SI):** este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción que actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo.

- **Acumulación (AC):** da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

- **Efecto (EF):** se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

- **Periodicidad (PR):** se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, sea de manera cíclica (efecto periódico), impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Para cada uno de estos atributos se realiza una matriz, con sus valoraciones correspondientes según su presumible importancia.

Como consecuencia, la importancia de cada impacto individual estará representada por un número que se deduce mediante el siguiente algoritmo, en función del valor asignado en tales matrices a los símbolos considerados:

$$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

donde, como citamos:

I: Intensidad

EX: Extensión

MO: Momento

PE: Persistencia

RV: Reversibilidad

SI: Sinergia

AC: Acumulación

EF: Efecto

PR: Periodicidad

MC: Recuperabilidad

6.1.3. Metodología cuantitativa - Método del Instituto de Batelle – Columbus.

Como citamos previamente, el medio ambiente tendrá una mayor o menor capacidad de acogida del conjunto de acciones que se ejecuten como parte de dicho mantenimiento y esta se puede evaluar mediante el estudio de los efectos que causan dichas acciones sobre los principales factores ambientales. El entorno está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: **Medio Físico** y **Medio Socio – Económico**, y subsistemas dentro del primero (**Medio Inerte** y **Medio Biótico**). A cada uno de estos subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos del entorno que pueden ser afectados por la metodología de mantenimiento.

6.1.3.a Distribución de unidades de importancia.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental, por lo que es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

El **método de Batelle – Columbus** permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto/obra/procedimiento mediante el empleo de indicadores homogéneos. La base metodológica es la definición de una lista de indicadores de impacto con parámetros ambientales, que indican la representatividad del impacto ambiental derivada de las acciones consideradas.

A cada factor ambiental se le asigna un valor resultado de la distribución relativa de 1.000 unidades, el cual se estima según su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. De esta forma, se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (**UIP**).

Existe la opción de dejar dentro de cada medio una distribución equitativa de UIP para cada factor considerado como así también una segunda opción, por la que decidimos optar en esta ocasión, en la que se deben distribuir dichas unidades conforme a la mayor o menor afectación que, de acuerdo a la teoría y la experiencia, se puede asumir que tendrán las acciones de las metodologías de mantenimiento de caminos rurales evaluadas sobre los mismos. En consecuencia, aquellos factores que, en general, se ven más alterados/modificados por el conjunto de acciones contempladas son a los que se les otorgará mayor peso relativo que a los que, normalmente, se ven menos implicados (motivo por el cual recibirán menor cantidad de UIP).

Por consiguiente, en este caso, de acuerdo al tipo de contexto en el que se lleva a cabo la evaluación (medio rural), a la enorme preponderancia del medio físico sobre el socio cultural económico y a que justamente es el medio sobre el cual se buscan minimizar las afecciones (en simultáneo a mantener o, incluso, incrementar los beneficios asociados al segundo) hemos decidido otorgarle casi un 80% de las UIP al Medio Físico y lo restante al Socio - Económico. En adición a las razones mencionadas, también es pertinente señalar que los aspectos económicos, sociales, culturales y de desarrollo productivo son en realidad los que desde siempre se contemplaron en la actividad que nos convoca -manejo y mantenimiento de caminos rurales- pero, por el contrario, lo relacionado al Medio Físico (tanto en su parte biótica como abiótica) siempre ha sido omitido, vulnerado y, por tanto, perjudicado.

Más específicamente se le han dado 150 UIP a cada uno de los medios que componen el Medio Inerte: agua (superficial y subterránea), suelo y aire, 240 UIP a la biota (flora y fauna) y 100 UIP al medio perceptual -paisaje-, conformando un total de 790 UIP para el Medio Físico. Mientras que, de las 210 UIP restantes se han otorgado 100 al medio sociocultural y 110 al económico-poblacional, alcanzando así las 1000 UIP totales.

Cabe destacar que, en lo que hace a agua, se le han repartido más UIP al agua superficial que a la subterránea por ser, a priori, la más fácil, probable y comúnmente afectada por las acciones contempladas y, en lo que hace a BIOTA lo mismo, se le han dado algunas UIP más a la flora que a la fauna debido a que dichas acciones están más directamente relacionadas (y afectando) a los componentes de la primera.

Por tanto, como puede verse, se ha modificado tanto la distribución original de UIP propuesta por Batelle-Columbus como los factores incluidos dentro de cada medio, todo ello conforme a la utilidad y el tipo de actividad que se pretende evaluar. Se han eliminado algunos factores que comúnmente se contemplan en otro tipo de

proyectos/obras/actividades a evaluar y se han incluido otros que están directamente relacionados con la cuestión que nos convoca.

6.1.3.b. Factores ambientales contemplados.

A continuación, se incluye la Tabla 4 en la que se encuentran listados los factores sobre los que se analizarán los impactos causados con los valores de UIP que a cada uno se le asignó:

Tabla 4.

Listado de factores ambientales a evaluar en cada medio con su correspondiente valor de ponderación.

Factores ambientales			UIP	
Medio Físico	Agua	Superficial	Calidad	25
			O2 disuelto y Productividad biológica	15
			Escurrimiento / drenaje	10
			Sólidos totales / Turbidez	20
			Características organolépticas	11
			Hidrocarburos	12
			Agroquímicos y bionutrientes	10
			Hidráulica de lechos.	9
	Subterránea	Calidad	16	
		Agroquímicos y bionutrientes	10	
		Hidrocarburos	12	
		Total Agua	150	
	Suelo	Estructura/porosidad/pemeabilidad/aireación/capacidad de drenaje/der	20	
		Pérdida del nivel de rasante	20	
Estabilidad de pendiente		15		
Perfil del suelo		10		
Composición y textura		17		
Erosión		20		
Compactación y estado de agregación.		12		
Vibraciones		5		
Hidrocarburos		10		
Agroquímicos y nutrientes		8		
Deformaciones	13			
Total Suelo	150			
Aire	Calidad de aire	35		
	Material Particulado	30		
	Microclima	15		
	Visibilidad	21		
	Gases	28		
	Ruido	21		
Total Aire	150			
Total Medio Inerte			450	
Biota	Fauna	Perturbación vida silvestre	34	
		Biodiversidad	18	
		Hábitat y alimento / polinización. Capacidad de carga	33	
		Emigraciones	10	
		Inmigraciones	5	
	Flora	Cobertura vegetal	40	
		Biodiversidad	30	
		Vegetación nativa/autóctona (herbácea)	35	
Árboles y arbustos	35			
Total Biota	240			
Perceptual	Paisaje (valoración visual/estética/escénica)	50		
	Servicios Ecosistémicos	50		
Total Medio Físico			790	
Medio Socio Econ	Socio-Cultural	Cultural	Turismo y actividades recreativas	10
			Sentimiento vecinos/productores	20
			Hábitos	10
	Desarrollo Humano	Nivel de vida	20	
		Producción agrícola-ganadera	33	
		Educación	7	
		Total Socio-Cultural	100	
Econ. y Poblac.	Económico	Valor terreno	10	
		Generación empleos	8	
		Infraestructura vial	17	
	Infraestructura Social	Comercialización y exportación	25	
		Conectividad -vial-	25	
		Salud	10	
Seguridad vial y transitabilidad	15			
Total Econ y Poblacional	110			
Total Medio Socio - Económico			210	
IMPACTO AMBIENTAL TOTAL			1000	

Elaboración propia (2023)

6.2 Etapa 1: evaluación de la Metodología de mantenimiento de caminos rurales vigente en Argentina.

En esta primera instancia, nos abocaremos específicamente a evaluar en detalle la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales que fue presentada y descrita en el Capítulo 1 del presente trabajo.

6.2.1. Acciones Impactantes.

Como las matrices con las que procederemos a trabajar funcionan a modo de cuadro de doble entrada y requieren un análisis individual para cada celda en la que se cruzan las ordenadas “y” con las abscisas “x”, necesitaremos definir estas últimas para cada Metodología evaluada para luego disponernos a completarlas. Cabe aclarar que, en el otro eje, el de las ordenadas, se colocan los factores ambientales recientemente presentados mientras que, en el faltante de las abscisas deberemos ubicar el conjunto de las acciones/tareas que constituyen dichas metodologías.

En tanto, para la presente (metodología vigente), hemos optado por individualizarlas de la siguiente manera¹³:

- Perfilado periódico.
- Extracción lateral.
- Reconstrucción.
- Construcción de terraplenes.
- Bacheo de calzada.
- Desmalezado.
- Corte de pasto.
- Despeje de vegetación en calzada.
- Eliminación y poda de arbustos.
- Fumigación de alambrados, veredas, cunetas y/o banquetas.
- Reposición o recambio de caños de alcantarillas.
- Reparación de muros de alcantarillas.
- Limpieza y desobstrucción mecánicas de desagües y obras de arte.
- Limpieza manual de cunetas y alcantarillas.
- Reconstrucción/profundización periódica de cunetas.
- Reparación de erosión en taludes.

¹³ Aclaración: para no ser repetitivos con la información, se incluye una simple enumeración de las mismas debido a que ya se ha desarrollado previamente en qué consiste cada una. Luego, para facilitar su análisis matricial, se colocan comentarios asociados a sus celdas con lo más relevante de recordar en el estudio de los impactos que pueden causar sobre los componentes de cada medio considerado.

- Riego.
- Limpieza y reposición de señales verticales.

También, como se podrá ver posteriormente en las matrices, se han incluido por separado otras acciones que representan una modificación y/o mejora pero que, por su magnitud e implicancias (tanto económicas como de otras índoles), se hacen solo en casos específicos, indispensables y por única vez o, al menos, cada mucho tiempo. Para la metodología actual estas acciones son:

- Estabilizado de calzada.
- Construcción de nuevas alcantarillas.
- Expropiación de terrenos de campos linderos.

Resulta propicio mencionar que, algunas de las acciones citadas son de manual pero normalmente no se aplican y otras, que si bien no forman parte de los procedimientos recomendados, fueron incluidas en la evaluación porque se conoce desde la cotidianeidad que se practican y sería una omisión consciente y decidida no enumerarlas. En adición, su presencia en este listado no implica que en todos lados se realicen ni mucho menos que se aconsejen sino que, para no dejar fuera algunos casos particulares en los que se aplican, serán justamente contempladas.

Trasladada toda esta información (factores ambientales y acciones impactantes) a las hojas de excel en las cuales se hará la evaluación, lo siguiente es proceder a efectuar la misma. Recordemos que, se tendrá una matriz por cada uno de los diez atributos más arriba mencionados y, luego, una matriz final (Matriz de Importancia) en la que se determinará, en función de lo analizado y definido en cada una de las anteriores, la Importancia del impacto de cada acción específica sobre cada factor del medio considerado, la Importancia del impacto conjunto de todas ellas sobre dichos factores individuales y sobre cada medio específico contemplado y la de cada acción o tarea sobre el total de los factores estudiados (es decir, sobre el ambiente en general).

A posteriori, dicha Importancia permitirá caracterizar el tipo de impacto de que se trate en cada caso, según una escala de valoración preestablecida y determinar qué cantidad de los mismos (negativos) son irrelevantes, compatibles o moderados y qué cantidad son severos o críticos y, por tanto, requieren de la implementación de acciones de mejora/mitigación para evitar o disminuir la gravedad de sus efectos.

6.2.2. Resultados obtenidos.

Tras haberse completado cada una de las matrices asociadas a los diez atributos que, en conjunto, permiten determinar la importancia de los impactos de cada acción o tarea de la metodología en cuestión sobre cada parámetro ambiental, en la siguiente matriz, mediante la ecuación anteriormente presentada (en el apartado 6.1.2. más específicamente) para su cálculo, arribaremos a los valores resultantes que se perseguían y estaremos, por tanto, en condiciones de analizar lo obtenido y sacar múltiples e importantes conclusiones.

En principio, para cuantificar y realizar una escala de impactos se debe calcular el máximo valor posible y el mínimo valor posible para cada factor ambiental, según la fórmula de Importancia que recién citábamos. Utilizando la misma se logra determinar que, el máximo valor que puede alcanzarse para el Impacto sobre un factor, de manera individual, es ± 94 y el mínimo es ± 13 . A continuación, se expone la Tabla 5 mediante la cual se determinaron dichos valores extremos:

Tabla 5.

Valores extremos que puede tomar el impacto individual de una acción específica sobre un factor ambiental determinado.

	(+/-)	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia
Mín.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		3	2				2					
		5	4	2	2	2	4	2			2	
		8	8									
		10										
Máx.		12	12	4	4	4	8	4	4	2	4	94

Elaboración propia (2023)

Luego, de acuerdo a dentro de qué rango de la siguiente escala de valores absolutos parciales¹⁴ de la Tabla 6

¹⁴ *Valor absoluto parcial* hace referencia al valor obtenido en cada celda individual, correspondiente a la Importancia del Impacto Absoluto (es decir, sin considerar las UIP de Batelle-Columbus, sino obtenido directamente mediante la ecuación previamente mencionada) de una acción particular sobre un factor ambiental en específico. Se hablará de *Valor Absoluto Total* cuando se trate del obtenido sobre todos los factores en conjunto (por una acción) o del obtenido para un factor en particular considerando todas las acciones de la Metodología.

Tabla 6.

Rangos de valores absolutos parciales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia).

	Absolutos parciales
Crítico	$ \leq -75$
Severo	$-74 \leq \leq -50$
Moderado	$-49 \leq \leq -25$
Compatible	$-24 \leq \leq -1$
Positivo	$ \geq 1$

Elaboración propia (2023)

se encuentre el asociado a cada Impacto individual diremos que: todos los valores mayores a cero (≥ 1) serán considerados impactos positivos, mientras que, de los valores negativos, los inferiores a 25 serán tomados como Impactos Irrelevantes o Compatibles, los que se encuentren entre 25 y 50 serán entendidos como Impactos Moderados, aquellos cuya Importancia tome un valor entre 50 y 75 serán considerados Severos y, cuando el valor sea superior a 75, se tratará de Impactos Críticos.

En adición, para poder cuantificar el efecto de las diversas actividades en conjunto sobre cada uno de los factores ambientales se optó por realizar el siguiente cálculo: teniendo en cuenta que el total Agua y el total Suelo están compuesto por 11 factores cada uno, el total Aire y el total Socio - cultural por 6 factores, el total Biota está formado por 9 factores, el Paisaje por 2 solamente y el Total Económico - poblacional contiene 7, multiplicamos cada límite de los rangos mencionados para los factores individuales por la cantidad de factores tenemos [ejemplo: $(-75 \cdot 11)$, para el caso crítico de agua] y obtenemos lo que la Tabla 7 nos muestra a continuación:

Tabla 7.

Rangos de valores absolutos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor.

IMPACTO	Absolutos parciales	ABSOLUTOS totales por factores.						
		Agua	Suelo	Aire	Biota	Paisaje	Socio-cultural	Económico - poblacional
Crítico	$ < -75$	$ \leq -825$	$ \leq -825$	$ \leq -450$	$ \leq -675$	$ \leq -150$	$ \leq -450$	$ \leq -525$
Severo	$-75 < < -50$	$-824 \leq \leq -550$	$-824 \leq \leq -550$	$-449 \leq \leq -300$	$-674 \leq \leq -450$	$-149 \leq \leq -100$	$-449 \leq \leq -300$	$-524 \leq \leq -350$
Moderado	$-50 < < -25$	$-549 \leq \leq -275$	$-549 \leq \leq -275$	$-299 \leq \leq -150$	$-449 \leq \leq -225$	$-99 \leq \leq -50$	$-299 \leq \leq -150$	$-349 \leq \leq -175$
Compatible	$-25 < < -1$	$-274 \leq \leq -1$	$-274 \leq \leq -1$	$-149 \leq \leq -1$	$-224 \leq \leq -1$	$-49 \leq \leq -1$	$-149 \leq \leq -1$	$-174 \leq \leq -1$
Positivo	$ > 1$	$ \geq 1$	$ \geq 1$	$ \geq 1$	$ \geq 1$	$ \geq 1$	$ \geq 1$	$ \geq 1$

Elaboración propia (2023)

Así, con los rangos obtenidos en la Tabla 7 y los de la Tabla 6 en la que nos basamos para hallar estos, podremos aplicar Formato Condicional en la Matriz de Importancia, en los Totales Absolutos por Factores y en los Parciales Absolutos respectivamente, y luego visualizar rápidamente qué y cuántos impactos pertenecen a cada categoría de Importancia. Esta última escala de la Tabla 7 permite clasificar tanto los totales de las acciones ubicadas bajo el título de Mantenimiento como las que se apartaron bajo el título de Modificación y/o Mejora y, en consecuencia, los totales de ambos grupos en conjunto también. Posteriormente, para revisar y corroborar dicha categorización, se relativizaron los valores de dicha Tabla 7 (dividiendo cada valor extremo por el total absoluto del subsistema en cuestión y luego multiplicando lo obtenido por los UIP totales de dicho subsistema) para poder aplicar también Formato Condicional a los Totales Relativos por Factores, y se obtuvieron así las tablas 8 y 9 presentadas aquí debajo, siendo la primera de ellas para las actividades de Mantenimiento y, la segunda, para las catalogadas como de Modificación y/o Mejora:

Tabla 8.

Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Mantenimiento) para la Metodología vigente.

	RELATIVOS totales por factores. Mantenimiento.						
	Agua	Suelo	Aire	Biota	Paisaje	Socio-cultural	Económico-población
Crítico	$I \geq 42,72$	$I \geq 61,38$	$I \geq 34,25$	$I \geq 41,90$	$I \geq 32,75$	$I \leq -77,59$	$I \leq -45,01$
Severo	$42,71 \leq I \leq 28,48$	$61,37 \leq I \leq 40,92$	$34,24 \leq I \leq 22,83$	$41,89 \leq I \leq 27,94$	$32,74 \leq I \leq 21,83$	$-77,58 \leq I \leq -51,72$	$-45,00 \leq I \leq -30,01$
Moderado	$28,47 \leq I \leq 14,76$	$40,91 \leq I \leq 20,46$	$22,82 \leq I \leq 11,42$	$27,93 \leq I \leq 13,97$	$21,82 \leq I \leq 10,92$	$-51,71 \leq I \leq -25,86$	$-30,00 \leq I \leq -15,00$
Compatible	$14,75 \leq I \leq 0,05$	$20,45 \leq I \leq 0,07$	$11,41 \leq I \leq 0,08$	$13,96 \leq I \leq 0,06$	$10,91 \leq I \leq 0,22$	$-25,85 \leq I \leq -0,17$	$-14,99 \leq I \leq -0,09$
Positivo	$I < 0$	$I < 0$	$I < 0$	$I < 0$	$I < 0$	$I > 0$	$I > 0$

Elaboración propia (2023)

Tabla 9.

Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Modificación y/o Mejora) para la Metodología vigente.

	RELATIVOS totales por factores. Modificación y/o mejora.						
	Agua	Suelo	Aire	Biota	Paisaje	Socio-cultural	Económico-población
Crítico	$I \geq 220,20$	$I \geq 305,56$	$I \geq 246,35$	$I \geq 277,40$	$I \geq 220,59$	$I \leq -161,87$	$I \leq -114,58$
Severo	$220,19 \leq I \leq 146,80$	$305,55 \leq I \leq 203,70$	$246,34 \leq I \leq 164,23$	$277,39 \leq I \leq 184,93$	$220,58 \leq I \leq 147,06$	$-161,86 \leq I \leq -125,90$	$-114,57 \leq I \leq -76,39$
Moderado	$146,79 \leq I \leq 73,40$	$203,69 \leq I \leq 101,85$	$164,22 \leq I \leq 82,12$	$184,92 \leq I \leq 92,47$	$147,05 \leq I \leq 73,53$	$-125,89 \leq I \leq -53,96$	$-76,38 \leq I \leq -38,19$
Compatible	$73,39 \leq I \leq 0,27$	$101,84 \leq I \leq 0,37$	$82,11 \leq I \leq 0,54$	$92,46 \leq I \leq 0,41$	$73,52 \leq I \leq 1,47$	$-53,95 \leq I \leq -0,34$	$-38,18 \leq I \leq -0,22$
Positivo	$I < 0$	$I < 0$	$I < 0$	$I < 0$	$I < 0$	$I > 0$	$I > 0$

6.2.2.a Conclusiones sobre la Metodología vigente.

Al disponernos a analizar la Matriz de Importancia obtenida de la Evaluación de cada metodología de mantenimiento de caminos rurales nos encontramos con infinidad de cuestiones para observar, comentar y sacar conclusiones. Para ello, resulta fundamental tener en cuenta en todo momento que la Importancia del Impacto generado por una acción simple (o un conjunto de acciones) sobre un factor ambiental considerado (o sobre todos ellos) mide el impacto en base al grado de manifestación cualitativa del efecto¹⁶ que causa y que es totalmente diferente a hablar de la importancia de los factores afectados (Conesa Fernández - Vitora, 2000). Así, la Importancia del Impacto no contempla ni implica que un factor sea más o menos relevante o indispensable que otro.

En esta primer instancia, lo haremos sobre la Matriz de Importancia correspondiente al análisis de la Metodología de Mantenimiento que se encuentra vigente actualmente en nuestro país:

Del total de 52 factores ambientales que se contemplaron en el análisis del impacto asociado a las tareas de mantenimiento, distribuidos en 7 subsistemas, 5 constituyentes del llamado Medio Físico y otros 2 que conforman el denominado Medio Socio-Económico:

- 14 de ellos obtuvieron una valoración positiva, de los cuales 9 son del Medio Socio-Económico y solo 5 del Físico.
- 13 tienen asociados impactos totales de mantenimiento Irrelevantes/Compatibles.
- 10 reciben impactos que se consideran como Moderados.
- 10 son receptores de impactos totales Severos y
- 4 son impactados de forma Crítica por el conjunto de acciones de mantenimiento.
- 1 tiene impacto nulo, es decir, arrojó un valor de cero (sobre los hábitos).

En lo que a las 3 acciones agrupadas bajo la denominación de Acciones de Modificación y/o Mejora respecta, los impactos sobre dichos parámetros ambientales son los siguientes:

- 16 factores reciben impactos positivos,

¹⁶ Tal como se mencionó en la nota al pie n° 12 de la pág. 97, Impacto no es un sinónimo de efecto (cualquier variación o modificación de los factores ambientales por la acción de un proyecto/actividad/obra) sino que el impacto vincula la valoración de la significancia, positiva o negativa, producida sobre la calidad ambiental.

- 26 obtuvieron valores que corresponden a impactos Irrelevantes o Compatibles,
- 1 único parámetro se encuentra incidido por un Impacto Moderado y
- 9 componentes no son afectados por dichas acciones, por lo cual el valor obtenido fue nulo (0).

Ahora bien, si contemplamos los impactos totales que resultan de la suma de todas las acciones, tanto las de mantenimiento propiamente dicho como las de modificación y/o mejora, la cantidad de impactos de cada tipo para la metodología actual es la siguiente:

- 13 impactos positivos, de los cuales 9 corresponden al Medio Socio-Económico y solo 4 al Medio Físico,
- 11 impactos negativos Irrelevantes o Compatibles,
- 10 impactos negativos Moderados,
- 9 impactos negativos Severos,
- 8 impactos negativos Críticos y
- 1 impacto nulo, es decir, que el conjunto de acciones en este caso no influyen sobre ese factor (hábitos humanos).

Por tanto como conclusión de tales valoraciones podemos decir que, los impactos totales de todas las acciones tienen una distribución bastante similar a la de los impactos totales de las tareas de mantenimiento (tiene un par más de críticos y algunos compatibles menos) mientras que, la distribución de las tareas de modificación y/o mejora está constituida solo por impactos positivos, compatibles y nulos sobre los factores considerados (aunque sus actividades individuales tienen algunos impactos parciales severos y moderados sobre ciertos factores, al combinarse las mismas estos desaparecen mayormente por ser solo 3 actividades, por lo cual podríamos decir que su suma no es del todo representativa de la importancia individual de sus impactos).

Luego de todo lo comentado, para ser más realistas y justos con lo que cotidianamente se hace en campo y como las acciones de modificación y/o mejora son acciones que, si bien se quisieron considerar para no omitir la posibilidad de que en ciertas situaciones u ocasiones particulares se llevan a cabo, no forman parte del plan anual de mantenimiento ni de las acciones que periódica o comunmente se ejecutan, nos basaremos únicamente en la valoración de impactos totales de las acciones o tareas que se listaron bajo el título de Mantenimiento.

Aunque lo ideal es reducir la magnitud de todos los impactos negativos, se debe hacer especial hincapié, al menos en principio, en los críticos y los severos. En este caso, y como

es lógico, todos ellos afectan al Medio Físico (en el Medio Socio-Económico todos los impactos resultan positivos o irrelevantes, ya que obviamente es el Medio que este tipo de obras y acciones se proponen beneficiar).

Los factores que reciben impactos severos o críticos a causa de la aplicación y uso de la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales vigente en Argentina son:

- del subsistema AGUA:

- sólidos totales y turbidez (agua superficial),
- hidrocarburos (tanto en agua superficial como subterránea)-

- del subsistema SUELO:

- hidrocarburos.

- del subsistema AIRE:

- calidad de aire,
- gases,
- ruido.

- del subsistema BIOTA, FAUNA:

- perturbación de la vida silvestre,
- hábitat y alimento / polinización. Capacidad de carga.
- emigraciones.

- del subsistema BIOTA, FLORA:

- cobertura vegetal,
- vegetación nativa/autóctona herbácea.

- del subsistema PAISAJE:

- valoración visual/estética/escénica del mismo,
- servicios ecosistémicos.

De todos estos factores, consideramos pertinente mencionar que, la afección asociada a la contaminación tanto del suelo como del agua superficial y/o subterránea por/con hidrocarburos se trata de un riesgo asociado a un potencial accidente por una pérdida o derrame de estos desde algún vehículo, equipo o maquinaria es decir, a una situación de contingencia y no a un impacto que cotidianamente exista sobre dichos factores del medio inerte. Los demás son todos efectos que comúnmente existen y ocurren durante la

realización y ejecución de las tareas de mantenimiento, por tanto están asociados a la normalidad de las mismas.

Por otra parte, si hacemos un análisis interno dentro de cada subsistema del entorno, podemos identificar cuáles son sus componentes más afectados por la presente Metodología, a saber:

→ en el subsistema agua, del medio inerte, lógicamente se verá mucho más afectada el agua superficial que la subterránea (por ello también es que, como ya se mencionó, se han detallado más minuciosamente sus factores y se le ha otorgado mayor cantidad de unidades de ponderación de importancia -para lo que hace a la valoración cuantitativa de impactos-). De los componentes del agua superficial la mayor incidencia directa se tiene sobre el contenido de sólidos, el cual luego implica consecuentemente la alteración de las demás características relacionadas (turbidez, características organolépticas, O₂ disuelto y productividad biológica). Tanto para el agua superficial como para la subterránea ha recibido notable importancia la contaminación por hidrocarburos, pero como se mencionó previamente corresponde a una situación fuera de lo normal, de contingencia.

→ En el subsistema **suelo**, al igual que como ocurrió con la afectación del agua, se ha destacado la relevancia de una contaminación accidental del mismo por una pérdida o derrame de algún hidrocarburo sobre este. Luego, las demás características que sobresalen como más modificadas son sus características físicas: composición, textura, estructura, porosidad, permeabilidad, aireación, etc. que se ven perjudicadas por las tareas que implican periódico movimiento de suelo el cual determina (facilita y promueve) otro parámetro fuertemente afectado: la erosión. Por último, se destacan las vibraciones causadas por la maquinaria, equipos y vehículos de gran porte y potencia que se utilizan para la mayor parte de las tareas mecánicas realizadas.

→ En el subsistema **aire**, el parámetro que resulta como el más afectado es el ruido, al igual que las vibraciones, causado por la flota pesada que se emplea en la ejecución de dichas tareas. Luego, le siguen los gases que también dichos vehículos y maquinarias liberan (producto de la combustión), el material particulado consecuente de todo el movimiento de suelo periódico recién mencionado y la consecuente calidad de aire como resultado de estos dos factores: gases y MP.

→ En el subsistema **biota**, los valores destacan como más afectada a la **fauna** del lugar, mediante la perturbación de la vida silvestre de todas las especies que

habitan el agroecosistema en el que cada camino rural está inmerso, el perjuicio causado sobre sus hábitats, refugios, medios de desplazamiento y fuentes de alimento y polinización (todo ello determinante de la capacidad de carga del mismo, es decir, de lo mucho que se limite el crecimiento poblacional de tales especies, cada día más perjudicadas por la antropización del medio) y el consecuente favorecimiento de las emigraciones de las distintas especies autóctonas hacia otros sitios. En segundo lugar, en lo que a la **flora** respecta, sobresalen los impactos a la vegetación herbácea autóctona/nativa y a la cobertura vegetal que sobre banquinas, cunetas y veredas se intenta desarrollar.

→ Como último integrante del Medio Físico, los impactos asociados al **paisaje**, también resultan ser de elevada magnitud de importancia, tanto en lo que hace su valoración visual/estética y escénica como en lo que a los servicios ecosistémicos de todo el medio físico, biótico y abiótico, respecta.

→ Pasando al Medio Socio-Económico, el subsistema **Socio-Cultural** resulta recibiendo sobre todos sus factores impactos positivos salvo sobre uno muy importante (y probablemente inesperado) para el entorno en estudio, la producción agrícola-ganadera, cuyo valor data de un impacto compatible pero que no deja de ser negativo y, por tanto, a tenerse en cuenta.

→ Por último, en el subsistema **Económico - poblacional**, los impactos también resultan ser de naturaleza positiva salvo dos, compatibles pero negativos al fin, sobre la salud de las personas y sobre el valor de los terrenos de los campos linderos (también, ambos poco significativos pero, a tener presentes).

Hasta aquí hemos hecho un análisis por filas, es decir basado en los factores o parámetros ambientales; mientras que, por otro lado, si hacemos un análisis por columnas, podemos identificar y referirnos a las acciones que más impacto tienen sobre el entorno (o, lo que es lo mismo, sobre el conjunto de los factores considerados) gracias a los valores totales de impacto que alcanzó cada una. Así, de mayor a menor impacto, las actividades que resultaron como más perjudiciales son:

- Extracción lateral.
- Perfilado periódico.
- Fumigación de alambrados, veredas, cunetas y/o banquinas.
- Reconstrucción/profundización de cunetas.
- Desmalezado.

- Limpieza y desobstrucción de desagües y obras de arte.

Es de destacar, que todas ellas tienen impactos parciales (es decir, sobre cada factor individual) en su mayoría severos, a excepción de la Fumigación cuyos impactos parciales son, en gran medida, no solo severos sino críticos; esta última no es una acción o tarea que se encuentre en los manuales o guías ya que técnicamente no corresponde que se recomiende su aplicación (hay provincias o municipios, e incluso zonas cercanas a la zona urbana, donde está prohibida) sin embargo, se la ha incluido por conocerse su implementación para el control de la vegetación en innumerables casos.

Hay otras dos acciones (la Reconstrucción y Construcción de terraplenes, ambas comúnmente hechas con extracción lateral) con una importante cantidad de impactos negativos sobre el Medio Físico pero que, como tienen múltiples impactos positivos sobre los factores del Medio Socio-Económico, alcanzan un valor total de impacto ambiental bajo al combinarse, sin embargo es menester tenerlas en cuenta por las alteraciones notables que en aquel generan (y las cuales en la realidad no se compensan con incidir positivamente en lo social, cultural o económico).

En lo que hace a las acciones que se agruparon bajo la denominación de modificación y/o mejora, la construcción de nuevas alcantarillas es la que tiene mayor impacto negativo, con impactos parciales sobre el medio físico que, en su mayoría, son severos o moderados y luego le sigue la expropiación de terrenos de campos linderos para ampliar el ancho de zona de camino y extraer material cuyos impactos parciales también son todos negativos, mayormente severos y, algunos, moderados.

Además, rápidamente se puede observar que de los impactos absolutos parciales sobre los factores ambientales del Medio Físico, la mayoría son impactos severos, que en muchos casos luego se camuflan en los impactos totales sobre un factor en impactos moderados o compatibles. Mientras que, como puede imaginarse, los impactos absolutos parciales sobre los factores del Medio Socio-Económico son mayoritariamente impactos positivos.

Por último, haremos un comentario general sobre lo observado en cada una de las matrices previas a la de Importancia, cada una de ellas vinculada a uno de los 10 atributos anteriormente mencionados y que contribuyen a la determinación de la Importancia del Impacto Ambiental de cierta acción o tarea sobre un factor del entorno determinado.

En la **Matriz Naturaleza**, la mayor parte de los impactos recibieron la asignación de un signo negativo (-), lo cual implica que son perjudiciales para cada parámetro al que se le atribuyeron. Los signos positivos (+) que aparecen están casi en su totalidad en la parte que

evalúa los efectos sobre el Medio Socio Económico. Es propicio mencionar que, en los casos donde la definición del signo no tiene razones obvias o fácilmente comprensibles, se ha colocado un comentario que lo explica y/o justifica; también en esta primer matriz hay comentarios fijados sobre las acciones o tareas consideradas que detallan la información más relevante de las mismas y sobre algunos de los factores contemplados para ampliar a qué se refieren los mismos (cuando su título puede resultar algo vago o no del todo abarcativo).

En la **Matriz Intensidad**, podemos notar que mayormente los impactos individuales han recibido un valor elevado para la misma, lo cual implica que el grado de afectación¹⁷ o incidencia, ya sea real o potencial, sobre el factor o parámetro es alto, muy alto o total.

En la **Matriz Extensión**, en su mayoría los impactos han sido valuados con el valor (4) que se asocia a una afectación teórica extensa; en menor cantidad hay de afectación parcial (2) y de influencia generalizada o total (8), existiendo solo un par con un efecto muy localizado o puntual (1).

En la **Matriz Momento**, referida al plazo de manifestación del efecto con respecto a la acción que lo genera, salvo un par de excepciones la totalidad de los impactos han sido categorizados como de aparición inmediata o de corto plazo (inferior a un año).

Luego, en la **Matriz Persistencia**, en la que se evalúa el tiempo que permanecería el efecto desde su aparición, hay una asignación muy variada, con muchos efectos de persistencia menor a 1 año, pero también varios con persistencias temporales de 1 a 10 años y varios permanentes.

A su vez, esta última matriz está relacionada con otras 2 posteriores, que son la **Matriz de Reversibilidad** (en la que se evalúa la posibilidad de retornar naturalmente a las condiciones previas¹⁸ a la acción al dejar de actuar la misma) y la **Matriz Recuperabilidad** (en la que también se analiza la posibilidad de reconstruir, total o parcialmente, el factor afectado pero por medio de la intervención del hombre) y dicha relación hace que también ambas tengan una distribución bastante variada de valores en los distintos impactos, existiendo tanto aquellos factores del medio que, con el paso del tiempo y si no se los volviera a incidir, podrían recuperarse naturalmente de ciertas afecciones, aquellos que no pueden hacerlo por sí mismos pero que mediante la introducción de medidas correctoras,

¹⁷ Hablamos de “grado de afectación” y no de “grado de destrucción” como se suele enunciar porque así quedan contemplados más correctamente todos los impactos, tanto los negativos como los positivos.

¹⁸ Es preciso y fundamental aclarar que, al hablar de retornar a las “condiciones previas” se refiere al estado del factor antes de la ocurrencia de la acción o tarea cuyo impacto se está analizando, no a las condiciones naturales iniciales, prístinas (anteriores a que el medio en general haya sido, de algún modo y en determinada medida, antropizado).

ya sea a corto o largo plazo, podrían retornar a su condición anterior como aquellos que no pueden recuperarse al estadio previo al inicio de la acción o tarea ni de forma natural ni con la intervención humana, dentro estos últimos están los que son completamente irrecuperables y los que, a pesar de ser irrecuperables, admiten medidas compensatorias. En todos estos casos, como es notorio, nos estamos refiriendo a impactos negativos, perjudiciales; cuando se trata de impactos positivos (beneficiosos para el factor y el medio) estos 2 atributos no se evalúan en tales matrices (se deja la celda vacía, de ser en toda la columna se señala con comentario sobre la acción asociada) ya que, como es lógico, lo que favorece al entorno y sus componentes no se querrá revertir ni reducir (y por ello el valor de reversibilidad/recuperabilidad asociado será 0).

A continuación se encuentra la **Matriz Sinergia**, en la que se debe indicar si algún impacto puede potenciarse con otro, moderada o fuertemente, siendo la acción conjunta más incidente que la suma de las partes, si sus efectos son simples, es decir, no sinérgicos o si el efecto de una acción puede debilitarse, sea esto bueno o malo, por la implementación (y efecto) de otra de las del conjunto. De acuerdo a esto, para la mayor parte de los casos se ha categorizado a los impactos como asociados a efectos no sinérgicos, salvo algunas excepciones donde se contempló, por ejemplo, la posibilidad de una contaminación simultánea del agua o suelo con hidrocarburos y agroquímicos o la afectación exacerbada de la biota a causa de la combinación de acciones de desmalezado y eliminación de arbustos con fumigación y se indicó un posible sinergismo moderado. Por último, hubo algunos impactos positivos para los cuales se señaló un potencial debilitamiento debido a la ejecución simultánea o posterior de otras acciones que pueden revertir o, al menos, disminuir, sus beneficios.

La siguiente matriz es la **Matriz Acumulación**, en la cual hay una distribución bastante equilibrada entre las dos posibles situaciones que pueden ocurrir: que un efecto, sobre un determinado factor, sea o no acumulativo si la acción persiste en tiempo y espacio. En el medio agua, la mayor parte se consideró acumulativa debido a que una acción que se vaya haciendo en tramos consecutivos de un camino irá adicionando sus efectos sobre la misma. En el medio suelo, en gran medida (salvo los efectos de acciones que se hacen muy frecuentemente en un mismo tramo), los impactos se valoraron como no acumulativos al igual que la totalidad en el medio aire, y la gran mayoría (salvo excepciones) del Medio Socio-Económico. Por último, en lo que a biota y paisaje respecta, hay una distribución medianamente equilibrada entre no acumulativos y acumulativos pero con cierto predominancia de estos últimos (nuevamente la misma se debe a que si ciertas acciones se llevan a cabo de forma consecutiva en una misma zona afectan a la misma biota, servicios ecosistémicos asociados y al mismo paisaje).

La penúltima matriz es la llamada **Matriz Efecto** en la que se clasifican los impactos de acuerdo a si se trata de efectos directos/primarios o indirectos/secundarios con respecto a la acción que los genera. Nuevamente está bastante repartida entre ambas categorías la cantidad de impactos que se indicaron como pertenecientes a una u otra, habiendo por ejemplo en el subsistema agua y en el socio-cultural predominancia de efectos indirectos, y en los subsistemas suelo, aire, biota, paisaje y económico-poblacional mayor número de efectos directos.

Finalmente, la décima matriz es la **Matriz Periodicidad** en la cual se debe indicar si las acciones, y por tanto los efectos que estas causan en cada factor, se realizan de forma continua, periódica o irregular/impredeciblemente. En este caso, hay tanto acciones de la metodología que se hacen de forma más bien regular o periódica, en ciertas épocas del año sobre todo como otras, más cantidad, que se hacen irregularmente, cuando se necesitan o los usuarios demandan su ejecución.

6.3 Etapa 2: evaluación de la Metodología de mantenimiento de caminos rurales modificada -propuesta-

Continuando, en esta segunda parte del proceso evaluativo, pondremos foco en analizar la segunda versión o alternativa que se pretende comparar con la anterior, es decir, la Metodología de Manejo/Mantenimiento de Caminos Rurales modificada en función de todo lo recabado, planteado, desarrollado y señalado en el Capítulo 2 como ideas, prácticas, técnicas o formas de llevar a cabo ciertas tareas o acciones a contemplarse para transformar lo que actualmente se hace en nuestro país en una propuesta que, al aplicarse, sea respetuosa y no solo se encuentre en armonía con el Medio Ambiente sino también que contribuya a su conservación.

6.3.1. Acciones Impactantes.

Las acciones de mantenimiento (o, mejor dicho, manejo) que se proponen como componentes de la nueva alternativa metodológica a elaborarse (para reemplazar la actualmente usada en Argentina) son las siguientes:

- Perfilado inicial.
- Agregado de materiales.
- Reconstrucción inicial. (sin extracción lateral)
- Construcción de terraplenes inicial. (sin extracción lateral)
- Bacheo y microcirugías.
- Compactación.

- Corte de pasto.
- Conservación de la vegetación en banquetas y cunetas.
- Poda de árboles y arbustos.
- Revegetación post movimiento de suelos.
- Restauración y conservación de veredas como corredores biológicos
- Aplicación de la limitación del uso de agroquímicos dentro de los lotes y control de quemas en la zona de caminos.
- Reposición o recambio de caños de alcantarillas.
- Reparación de muros de alcantarillas.
- Limpieza y desobstrucción de desagües y obras de arte.
- Limpieza manual de cunetas y alcantarillas.
- Reconstrucción inicial de cunetas.
- Reparación inicial de erosión en taludes.
- Inspección del estado general de la obra básica y posibles amenazas a tratar.
- Riego.
- Limpieza y reposición de señales verticales.

Al igual que como se hizo en el caso anterior, se contemplan también aquí ciertas acciones que representarían una modificación y/o mejora pero que, por su magnitud e implicancias (tanto económicas como de otras índoles), se llevarían a cabo solo en casos puntualmente necesarios e indispensables y por única vez o cada mucho tiempo. Las mismas son:

- Estabilizado de calzada.
- Construcción de nuevas alcantarillas.
- Rediseño de cruces de cursos de agua contemplando el paso de la fauna del lugar.

Del mismo modo que en la Etapa 1 se volcaron, en un segundo libro de Excel, todas estas acciones en las columnas y todos los mismos factores ambientales previamente presentados en las filas de las diez matrices de evaluación de atributos y en las de la Matriz de Importancia de cierre para proseguir luego a la realización de esta segunda evaluación.

6.3.2. Resultados obtenidos.

Una vez que, para esta nueva versión de la Metodología de Mantenimiento, también se completaron las 10 matrices de atributos y la resultante Matriz de Importancia final el procedimiento para analizar lo obtenido en esta última es el mismo que se hizo para la anterior, salvo en lo que respecta a los rangos que deben utilizarse para aplicar el Formato Condicional con el que, mediante distintos colores, categorizamos los impactos de acuerdo

a su Importancia. Se utilizan los mismos rangos que antes en lo que hace a los impactos absolutos parciales (de cada acción independiente sobre un factor ambiental) y a los impactos absolutos totales (de todas las acciones en conjunto sobre cada factor individual) pero, en lo que hace los impactos relativos totales, se requiere un recálculo de los valores que determinan los límites de cada rango de Importancia porque justamente su determinación depende del valor de impacto total alcanzado por cada subsistema al que pertenece cada factor. En las tablas 12 y 13 que se muestran a continuación, se exhiben los mismos:

Tabla 11.

Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Mantenimiento) para la Metodología modificada.

	RELATIVOS totales por factores. Mantenimiento.						
	Agua	Suelo	Aire	Biota	Paisaje	Socio-cultural	Económico-pobl
Crítico	$I \geq 151,28$	$I \leq -77,29$	$I \geq 76,18$	$I \leq -164,13$	$I \leq -16,54$	$I \leq -13,92$	$I \leq -14,22$
Severo	$151,27 \leq I \leq 100,86$	$-77,28 \leq I \leq -51,53$	$76,17 \leq I \leq 50,79$	$-164,12 \leq I \leq -109,42$	$-16,53 \leq I \leq -11,02$	$-13,91 \leq I \leq -9,28$	$-14,21 \leq I \leq -9,48$
Moderado	$100,85 \leq I \leq 50,43$	$-51,52 \leq I \leq -25,76$	$50,78 \leq I \leq 25,39$	$-109,41 \leq I \leq -54,71$	$-11,01 \leq I \leq -5,51$	$-9,27 \leq I \leq -4,64$	$-9,47 \leq I \leq -4,74$
Compatible	$50,42 \leq I \leq 0,18$	$-25,75 \leq I \leq -0,09$	$25,38 \leq I \leq 0,17$	$-54,70 \leq I \leq -0,24$	$-5,50 \leq I \leq 0,11$	$-4,63 \leq I \leq -0,03$	$-4,73 \leq I \leq -0,03$
Positivo	$I < 0$	$I > 0$	$I < 0$	$I > 0$	$I > 0$	$I > 0$	$I > 0$

Elaboración propia (2023)

Tabla 12.

Rangos de valores relativos totales asociados a cada tipo de Impacto (según su importancia) por factor (acciones de Modificación y/o Mejora) para la Metodología modificada.

	RELATIVOS totales por factores. Modificación y/o Mejora.						
	Agua	Suelo	Aire	Biota	Paisaje	Socio-cultural	Económico-pobl
Crítico	$I \geq 290,49$	$I \geq 603,66$	$I \geq 246,35$	$I \leq -1117,24$	$I \geq 1250$	$I \leq -95,14$	$I \leq -97,55$
Severo	$290,48 \leq I \leq 193,66$	$603,65 \leq I \leq 402,44$	$246,34 \leq I \leq 164,23$	$-1117,23 \leq I \leq -744,83$	$1249,99 \leq I \leq 833,33$	$-95,13 \leq I \leq -63,42$	$-97,54 \leq I \leq -65,03$
Moderado	$193,65 \leq I \leq 96,83$	$402,43 \leq I \leq 201,22$	$164,22 \leq I \leq 82,12$	$-744,82 \leq I \leq -372,41$	$833,32 \leq I \leq 416,67$	$-63,41 \leq I \leq -31,71$	$-65,02 \leq I \leq -32,52$
Compatible	$96,82 \leq I \leq 0,35$	$201,21 \leq I \leq ,73$	$82,11 \leq I \leq 0,55$	$-372,40 \leq I \leq -1,65$	$416,66 \leq I \leq 8,33$	$-31,70 \leq I \leq -0,21$	$-32,51 \leq I \leq -0,19$
Positivo	$I < 0$	$I < 0$	$I < 0$	$I > 0$	$I < 0$	$I > 0$	$I > 0$

Elaboración propia (2023)

Ahora sí, contamos con todas las herramientas para finalizar el análisis de esta segunda Matriz de Importancia y, luego de hacerlo, la misma queda como se muestra aquí debajo¹⁹ en la Tabla 13:

¹⁹ Se incluye hipervínculo para acceder al Libro de Matrices para la alternativa metodológica modificada -propuesta- en el título de la Tabla 13.

Tabla 13.

Matriz de Importancia obtenida para la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales modificada -propuesta-

Importancia (I)	Retorno										Mantenimiento										Modificación y/o Mejora												
	Impacto Ambiental										Impacto Ambiental										Impacto Ambiental												
	Metodología de Manejo y Mantenimiento de Caminos Rurales modificada (propuesta)										Metodología de Manejo y Mantenimiento de Caminos Rurales modificada (propuesta)										Metodología de Manejo y Mantenimiento de Caminos Rurales modificada (propuesta)												
	Factores ambientales										Factores ambientales										Factores ambientales												
Agua	Superficial	Calidad	32	33	34	35	36	37	38	39	40	32	33	34	35	36	37	38	39	40	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
		D2 de suelo y Productividad biológica	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
		Eticamiento / drenaje	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
		Sólidos totales / Turbidez	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
		Características organolépticas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Subterránea	Agroquímicos y bioturbantes	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Hidráulica de lechos	8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
		Calidad	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Agroquímicos y bioturbantes	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Hidrocarburos	12	13	14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Suelo	Superficial	Estructura/porosidad permeabilidad/eración capacidad de drenaje	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Pérdida del nivel de rasante	20	21	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
		Estructura de pendiente	15	16	17	18	19	20	21	22	23	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
		Perfil del suelo	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Composición y textura	17	18	19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
	Subterránea	Erosión	20	21	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
		Compactación y estado de agregación	12	13	14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
		Vibración	5	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
		Hidrocarburos	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Agroquímicos y nutrientes	8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Aire	Superficial	Calidad de aire	30	31	32	33	34	35	36	37	38	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		
		Materia Particulada	20	21	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
		Moléculas	15	16	17	18	19	20	21	22	23	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
		Visibilidad	21	22	23	24	25	26	27	28	29	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
		Gases	28	29	30	31	32	33	34	35	36	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
	Subterránea	Ruido	21	22	23	24	25	26	27	28	29	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
		Total Medio Inerte	400	410	420	430	440	450	460	470	480	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490		
		Biota	Fauna	Paratuberculosis siles tre	34	35	36	37	38	39	40	41	42	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
				Biodiversidad	18	19	20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
			Flora	Hábitat y alimento / polinización Capacidad de Emigraciones	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Inmigraciones	8			9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Vegetación nativa/autóctona (herbáceas)	35			36	37	38	39	40	41	42	43	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
Socio-Cultural	Cultural	Artes y oficios	40	41	42	43	44	45	46	47	48	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49		
		Patrimonio Cultural	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Turismo actividades recreativas	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
		Sentimiento vecino/produttore	20	21	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
		Hábitat	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
	De sarr. Humano	Hábitat	20	21	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
		Producción agropecuario-ganadera	35	36	37	38	39	40	41	42	43	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
		Educación	7	8	9	10	11	12	13	14	15	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
		Total Socio-Cultural	100	105	110	115	120	125	130	135	140	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145		
		Econ. y Poblac.	Económico	Valor terreno	8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Generación empleo	8			9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Infraestructura vial	17			18	19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Comercialización y exportación	25			26	27	28	29	30	31	32	33	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Conectividad vial	22			23	24	25	26	27	28	29	30	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Infraestr. Social	Salud		10	11	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
	Seguridad vial y trans tabilidad		15	16	17	18	19	20	21	22	23	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	Total Econ. y Poblacional		110	115	120	125	130	135	140	145	150	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155		
	IMPACTO AMBIENTAL TOTAL			1000	1020	1040	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1000	1020	1040	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1180	1000	1020	1040	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1180	

Elaboración propia (2023)

Rápidamente podemos notar la diferencia general de colores que predominan en esta segunda matriz con respecto a la primera, lo cual se debe básicamente a la gran modificación en el tipo de impactos (según su Importancia y, por tanto, gravedad de daños asociados) que cada una o, mejor dicho, sus tareas generan.

6.3.2.a Conclusiones sobre la Metodología modificada -propuesta-

Así, en esta segunda instancia, procederemos a comentar los resultados y las múltiples conclusiones a las que se arriba al analizar lo obtenido en la evaluación de la Metodología de Manejo y Mantenimiento de Caminos Rurales modificada (propuesta) al reemplazar y/o incorporar en ella las ideas, técnicas, prácticas y métodos comentados en el capítulo anterior a los fines de volverla más amigable con el ambiente y, por tanto, más integral. Como lo que se pretende en el presente trabajo es fijar los lineamientos principales a

considerar, desde la perspectiva ambiental, para su futura elaboración a cargo de un grupo interdisciplinario de profesionales y no elaborar la misma, lógicamente los resultados que se obtengan y las conclusiones que se saquen de los mismos estarán basados en tales lineamientos (asumiendo que estos serán la base de su nueva constitución). Por tanto, si posteriormente dichos puntos o ideas básicas se modifican, se deberá repetir esta evaluación comparativa con la, entonces, versión anterior -la actual-.

Emprendiendo el análisis de lo obtenido en la Matriz de Importancia asociada a la evaluación de esta nueva metodología a la que se aspira, podemos decir que de los 52 factores ambientales considerados en el análisis del impacto asociado a las tareas de manejo y mantenimiento, distribuidos en 7 subsistemas, 5 componentes del Medio Físico y 2 del Medio Socio-Económico:

- 36 de ellos obtuvieron una valoración positiva, de los cuales 12 son del Medio Socio-Económico y los otros 24 del Medio Físico (primer diferencia con la evaluación anterior, ahora casi el doble de los positivos son del medio que se busca empezar a preservar: el Físico).
- 8 tienen asociados impactos totales de mantenimiento Irrelevantes/Compatibles,
- 3 reciben impactos que se consideran como Moderados,
- 2 son receptores de impactos totales Severos,
- 2 factores resultan ser afectado de forma Crítica por el conjunto de acciones contempladas y
- un único parámetro (valor terreno de los campos linderos) dio un valor de cero en la valoración de la Importancia total del impacto causado por la metodología lo cual implica que la misma directamente no lo afecta.

Como podemos ver, a diferencia y exactamente en contraposición a la Metodología vigente evaluada en la Etapa 1 donde 37 factores ambientales eran impactados de forma negativa y solo 14 de ellos de forma positiva (siendo la mayoría -9- del Medio Socio-Económico), en esta versión modificada (y evidentemente mejorada) ahora son 36 los parámetros afectados positivamente por la Metodología y 15 los que reciben incidencias negativas. En concordancia, mientras que la Metodología vigente tiene 14 factores que son receptores de impactos severos o críticos, la Metodología modificada tendría solo 4 con esa afección (correspondiendo 3 de ellos a situaciones de contingencia por un derrame o pérdida de

hidrocarburos y solo 1, el ruido de los vehículos, maquinarias y/o equipos, a la normal aplicación de la misma).

En lo que respecta a las 3 acciones que, para esta modificación de la metodología, se agruparon bajo la denominación de Acciones de Modificación y/o Mejora, se puede concluir lo siguiente sobre sus impactos sobre dichos parámetros ambientales:

- 26 factores reciben impactos positivos,
- 17 obtuvieron valores que corresponden a impactos Irrelevantes o Compatibles,
- 1 solo parámetro arrojó una valoración asociada a un Impacto Moderado, y
- 8 componentes no son afectados por dichas acciones, por lo cual el valor de Importancia obtenido en ellos fue nulo (0).

En efecto, si contemplamos los impactos totales que resultan de la suma de todas las acciones, tanto las de manejo/mantenimiento propiamente dicho como las de modificación y/o mejora, la cantidad de impactos de cada tipo para la nueva metodología propuesta es la siguiente:

- 36 impactos positivos, de los cuales 13 corresponden al Medio Socio-Económico y todos los demás (23, o sea casi el doble) corresponden al Medio Físico,
- 7 impactos negativos Irrelevantes o Compatibles,
- 4 impactos negativos Moderados,
- 2 impactos negativos Severos y
- 3 impactos negativos Críticos.

Nuevamente, la diferencia en la cantidad de impactos negativos severos o críticos es abismal con respecto a la metodología actual ya que en esta versión solo resultan ser cinco (5) contra los diecisiete (17) obtenidos en la primera evaluación. En este caso, todos ellos corresponden a alteraciones sobre factores del medio inerte (agua, suelo y aire) y solo dos (2): la generación de ruido y la liberación de gases, ambas desde los vehículos, equipos y maquinarias utilizados, corresponden a la ejecución normal de las tareas; los otros tres (3) impactos se asocian a cuestiones eventuales (accidentales) por pérdida o derrame de algún hidrocarburo también desde dicha flota mecánica. Así, podemos asumir que desaparecerían tanto los impactos de elevada magnitud negativa a las características del agua y del suelo asociados a las tareas habituales, como también los que afectaban a la flora, la fauna y el paisaje.

Sin embargo, de acuerdo a lo que se optó por hacer en la etapa 1 de evaluación (poner foco en los resultados e impactos de las tareas que se agruparon bajo el título de mantenimiento, dejando de lado las de modificación y/o mejora para que lo concluido sea realmente representativo de aquellas) nos enfocaremos en listar los impactos severos y críticos de la primer clasificación aquí hecha. Así, los factores que recibirían impactos severos o críticos a causa de la implementación de la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales modificada (propuesta) en Argentina serían:

- del subsistema AGUA:

- hidrocarburos (tanto en agua superficial como subterránea)-

- del subsistema SUELO:

- hidrocarburos.

- del subsistema AIRE:

- ruido.

Como es evidente de acuerdo a lo recién comentado, en este caso, el considerar o no las acciones de modificación y/o mejora solo implicaría una pequeña diferencia, de 1 impacto más que se suma a este grupo de mayor gravedad, en lo obtenido. Mientras que, en la evaluación anterior, eran un par más los que resultaban de mayor importancia negativa y un par menos de importancia positiva. Lo que ocurre de igual manera en ambas metodologías evaluadas es que, los impactos de las tres acciones de modificación y/o mejora consideradas son, casi en su totalidad (salvo uno en ambos casos) de Importancia positiva o negativa compatible y esto, como ya se mencionó, puede alterar en cierta medida lo que realmente se busca analizar y comparar (por ello se deciden omitir en el análisis definitivo).

Prosiguiendo, si nuevamente hacemos el análisis interno dentro de cada subsistema del entorno, diremos que, en este caso, los factores de cada uno que se verían más perjudicados son:

→ en el subsistema **agua**, del medio inerte, solo la contaminación accidental, tanto de agua superficial como subterránea, por derrame o pérdida de algún hidrocarburo ha alcanzado valores de importancia negativa elevados (severos y críticos). Luego todos los demás factores obtuvieron valores de importancia asociados a impactos compatibles o positivos.

→ En el subsistema **suelo**, también del medio inerte, nuevamente ha sobresalido (como impacto crítico) la relevancia de una potencial contaminación accidental del mismo por una pérdida o derrame de algún hidrocarburo. Luego solo

un factor más ha resultado con una importancia negativa pero de magnitud moderada: las vibraciones generadas por la maquinaria, equipos y vehículos de gran porte y potencia que se utilizan para algunas de las tareas que, en este caso, mayormente son de reacondicionamiento inicial. Todos los demás factores han arrojado valores de importancia positivos.

→ En el subsistema **aire**, el tercer integrante del medio inerte, al igual que en la metodología vigente el ruido es el factor que resulta como el más afectado y que, al igual que las vibraciones, es causado por la utilización de equipos y maquinaria pesada y por los vehículos que transportan materiales. También igual que en aquella le siguen los gases que dichos vehículos y maquinarias liberan (producto de la combustión). Los demás factores obtuvieron valores de importancia que corresponden a impactos compatibles y positivos.

→ En el subsistema **biota**, dos factores correspondientes a la fauna (perturbación de la vida silvestre y emigraciones) arrojaron valores de Importancia negativos, pero de magnitudes correspondientes a un impacto irrelevante/compatible en el primer caso y a uno moderado en el segundo. Todos los demás parámetros contemplados, tanto de flora como de fauna, obtuvieron valores de Importancia positivos.

→ Los factores del subsistema **paisaje**, último integrante del Medio Físico, arrojaron como resultado valores de importancia correspondiente a impactos positivos.

→ Pasando al Medio Socio-Económico, tanto el subsistema **Socio-Cultural** como el **Económico - poblacional** derivaron en todos impactos positivos sobre los factores que los integran.

En definitiva, en términos generales resulta evidente que, en todos los subsistemas los impactos negativos se han reducido sobremanera e incluso se han multiplicado los positivos, ahora no solo beneficiando a los factores del Medio Socio-económico sino también a los del Medio Físico.

Finalizando el análisis por filas, basado en el impacto general causado sobre cada parámetro ambiental por separado, pasaremos al análisis por columnas, mediante el cual determinamos el verdadero impacto que cada acción o tarea individual tiene sobre el entorno (sobre todos los factores). Así, observando los valores de impacto total ambiental podemos decir que, gran parte de las acciones resultan en valores positivos y, dentro de las

que obtuvieron valores negativos se destacan solo dos con valores elevados de las que se agruparon como tareas de mantenimiento (en orden decreciente de magnitud):

- perfilado inicial,
- limpieza y desobstrucción de desagües y obras de arte.

Y una de las que se incluyeron como acciones de modificación/mejora:

- construcción de nuevas alcantarillas.

Una conclusión positiva que se puede sacar a raíz de ello es que, de dichas tres tareas/acciones, en la nueva alternativa metodológica solo una deberá hacerse periódicamente, que es la limpieza y desobstrucción de desagües y obras de arte pero que incluso pasará a tratarse de una periodicidad con una frecuencia mucho menor que la actual debido a que, al reducirse las acciones que generan erosión también será menor la necesidad de tal reacondicionamiento, el funcionamiento de por sí será el adecuado por mucho más tiempo.

En los 3 casos, los impactos parciales sobre los factores individuales que afectan son, en su mayoría, de importancia moderada o severa. Consideramos importante destacar que hay otras acciones o tareas con una distribución interna similar, es decir con semejante cantidad de impactos parciales moderados y severos sobre el Medio Físico pero que, al considerarse el impacto total sobre todos los factores no han arrojado importancias negativas elevadas porque los mismos se combinaron (y camuflaron) con los impactos positivos generados sobre los factores del Medio Socio-económico. Dichas acciones son:

- la reconstrucción y/o construcción de terraplenes iniciales (con transporte de suelo).
- la reconstrucción inicial de cunetas.
- la reposición o recambio de caños de alcantarillas.
- la reparación de muros de alcantarillas.

Sin embargo, positivamente, todas ellas también corresponden a tareas que, al implementarse la metodología propuesta, se deberán hacer por única vez o cada decenas de años.

Por otro lado, si observamos la Matriz en general, podemos notar que hay una mayor preponderancia de impactos parciales (individuales) positivos y que, dentro de los negativos, en ningún caso se identifica un impacto crítico, la mayoría son moderados o severos, siendo estos últimos los que requerirán mayor atención y que, casi en su totalidad, corresponden a las actividades recién enumeradas.

Concluyendo esta etapa de análisis, y al igual que hicimos para la metodología vigente, nos dispondremos a hacer un comentario generalizado de cada una de las 10 matrices que alimentan a la de Importancia.

En la **Matriz Naturaleza** se puede observar una preponderancia de impactos positivos por sobre la cantidad de negativas, lo cual ya es destacable y prometedor. En lo que a los factores afectados negativamente hace, nuevamente los mismos forman parte del medio físico, sobre todo en lo que a agua y aire respecta ya que, en suelo, biota y paisaje aparece una considerable mayor cantidad de efectos con naturaleza positiva.

En la **Matriz Intensidad** muchos de los impactos han recibido valores asociados a impactos altos, muy altos y totales sin embargo gran parte de ellos en este caso corresponden a incidencias positivas. En el caso de los negativos, en comparación con la matriz anterior, hay muchos impactos que se conservan (ya sea que se trate de acciones en común o similares) pero que redujeron notablemente su potencial grado de afectación.

En la **Matriz Extensión** se puede notar que la mayor parte de los impactos fueron categorizados como extensos, habiendo considerable cantidad de impactos parciales y, en menor medida, impactos valuados como totales (de influencia generalizada) y que, un detalle no menor, estos últimos son, en su totalidad, impactos positivos.

En la **Matriz Momento**, salvo unas pocas excepciones, todos los efectos se categorizaron como de manifestación inmediata o de corto plazo (inferior a 1 año).

En la siguiente matriz, **Matriz Persistencia**, aparecen efectos de las tres categorías posibles, fugaces (persisten menos de 1 año), temporales (con persistencia de 1 a 10 años) y permanentes (la alteración persiste por más de 10 años), en cantidades semejantes sobre todo entre impactos fugaces y permanentes y, en menor medida, temporales. En este caso es preciso mencionar que, los permanentes son en su mayoría de naturaleza positiva mientras que, los fugaces, son mayormente de naturaleza negativa.

A continuación se encuentran las matrices de **Reversibilidad** y **Recuperabilidad** que, como previamente indicamos, están relacionadas con la anterior. En ambas, como también ya se comentó en el análisis de la Metodología vigente, los impactos positivos no se evalúan debido a que, como es lógico, no se pretenden revertir, disminuir ni erradicar; por tanto, todos los valores que se observan corresponden a efectos perjudiciales sobre los factores a los que se asocian.

En la **Matriz Reversibilidad** hay una predominancia de efectos que se consideran naturalmente reversibles en un plazo menor a un año e impactos irreversibles (al menos por

medios naturales) y, en menor medida, se encuentran impactos categorizados como reversibles naturalmente en un plazo de entre 1 y 10 años (mediano plazo).

Luego, en la **Matriz Recuperabilidad**, puede notarse una muy variada distribución de valorizaciones, habiendo en mayor medida impactos que se consideran irrecuperables (incluso considerando la posible intervención del hombre) e impactos que se consideran recuperables mediante la actuación del hombre inmediatamente o a mediano plazo; en menor cantidad aparecen aquellos impactos que solo se pueden recuperar parcialmente o, que siendo irrecuperables, admiten la introducción de medidas compensatorias.

Prosiguiendo, nos encontramos con la **Matriz Sinergia**; en ella casi la totalidad de los efectos fueron valorizados como efectos simples, que no son sinérgicos con los efectos de las demás acciones. Mientras que, una pequeña minoría, se ha valuado como efectos que podrían debilitarse por los efectos de otras acciones destacando que, como se trataba de efectos negativos esto resultaría ser beneficioso para los factores del medio e implica lo conveniente de la combinación de acciones propuesta en esta nueva versión de la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales.

En la Matriz que se encuentra luego, **Matriz Acumulación**, se contempla una predominancia de efectos categorizados como no acumulativos; no obstante, hay una notable cantidad categorizada como efectos acumulativos. Y, en ambos casos, algunos corresponden a impactos de naturaleza positiva y otros, de naturaleza negativa, no observándose una correlación entre ambos atributos.

Lo mismo ocurre en la siguiente matriz, **Matriz Efecto**, encontrándose una distribución equilibrada entre los impactos que se consideran directos e indirectos, siendo muchos de ellos correspondientes a efectos negativos y muchos otros a efectos positivos en ambos casos.

Y, concluyendo, en la **Matriz Periodicidad**, podemos decir que se evidencia una preponderancia de las acciones (e impactos derivados) irregulares (de ocurrencia discontinua) y esto se debe, en gran medida, a que en esta alternativa metodológica propuesta se busca disminuir al mínimo posible la repetición de tareas y la frecuencia en la periodicidad de acciones para lograr así disminuir todos los efectos negativos que su reiteración causa. Luego, hay algunas acciones categorizadas como periódicas que justamente son las que, en esta metodología, se establecen como las tareas básicas de mantenimiento (o, mejor dicho, manejo) y otras que se valorizaron como continuas (al igual que sus efectos) porque son las base de la preservación del medio natural (o físico) a la que se apunta.

6.4 Comparación de resultados y conclusiones.

Para iniciar la comparación consideramos útil presentar la siguiente tabla (Tabla 14), en la que se enumeran las acciones/tareas constituyentes de cada metodología evaluada, la misma se ha diagramado de tal manera que las tareas repetidas, similares, opuestas o, de algún modo, relacionadas queden en la misma fila (por este motivo, como la alternativa propuesta tiene mayor cantidad de acciones²⁰, en la vigente quedan algunas celdas intermedias vacías). Se eligió esta forma de exhibirlas porque se creyó la más visual, fácil de comprender e interpretar las modificaciones propuestas.

Tabla 14.

Acciones/tareas que constituyen cada una de las alternativas metodológicas comparadas.

<u>Metodología vigente.</u>	<u>Metodología modificada (propuesta).</u>
Perfilado periódico.	Perfilado inicial.
Extracción lateral.	Agregado de materiales.
Reconstrucción.	Reconstrucción inicial (sin extracción lateral).
Construcción de terraplenes.	Construcción inicial de terraplenes (sin extracción lateral).
Bacheo de calzada.	Bacheo y microcirugías.
	Compactación.
Corte de pasto.	Corte de pasto periódico.
Despeje de vegetación en calzada.	Conservación de la vegetación en banquetas y cunetas.
Eliminación y poda de arbustos.	Poda de árboles y arbustos.
	Revegetación post movimiento de suelos.
Desmalezado.	Restauración y conservación de veredas

²⁰ Es propicio destacar que, el hecho de tener diferente cantidad de acciones una alternativa que la otra no tiene implicancias en sus resultados ya que, no solo se analiza y evalúa el impacto global de todo el conjunto sino también las mismas de forma independiente. Por otro lado, como una acción puede causar impactos tanto positivos como negativos el hecho de que haya mayor o menor cantidad no es determinante de ningún resultado final, ya que el mismo dependerá de cómo aquellas influyan en el entorno y sus componentes (pudiendo resultar que el tener más sea beneficioso si sus incidencias son predominantemente de naturaleza positiva y elevada importancia o perjudicial si son de naturaleza negativa y elevada importancia ya que, por ejemplo, podría ocurrir que haya más acciones presumiblemente perjudiciales pero de poca importancia y predominen los beneficios de una minoría positiva más importante o, viceversa, que haya muchas acciones consideradas beneficiosas pero de efectos insignificantes y, por tanto, en conjunto se destaquen muchos más los impactos negativos causados por una menor cantidad de acciones negativas pero de elevada importancia).

	como corredores biológicos
Fumigación de alambrados, veredas, cunetas y/o banquinas.	Aplicación de la limitación del uso de agroquímicos dentro de los lotes y control de quemas en la zona de caminos.
Reposición o recambio de caños de alcantarillas.	Reposición o recambio de caños de alcantarillas.
Reparación de muros de alcantarillas.	Reparación de muros de alcantarillas.
Limpieza y desobstrucción mecánicas de desagües y obras de arte.	Limpieza y desobstrucción mecánicas de desagües y obras de arte.
Limpieza manual de cunetas y alcantarillas.	Limpieza manual de cunetas y alcantarillas.
Reconstrucción/profundización periódica de cunetas.	Reconstrucción inicial de cunetas.
Reparación de erosión en taludes.	Reparación inicial de erosión en taludes.
	Inspección del estado general de la obra básica y posibles amenazas a tratar.
Riego.	Riego.
Limpieza y reposición de señales verticales.	Limpieza y reposición de señales verticales.
Acciones de Modificación y/o Mejora.	
Estabilizado de calzada.	Estabilizado de calzada.
Construcción de nuevas alcantarillas.	Construcción de nuevas alcantarillas.
Expropiación de terrenos de campos linderos.	
	Rediseño de cruces de cursos de agua contemplando el paso de la fauna del lugar.

Elaboración propia (2023)

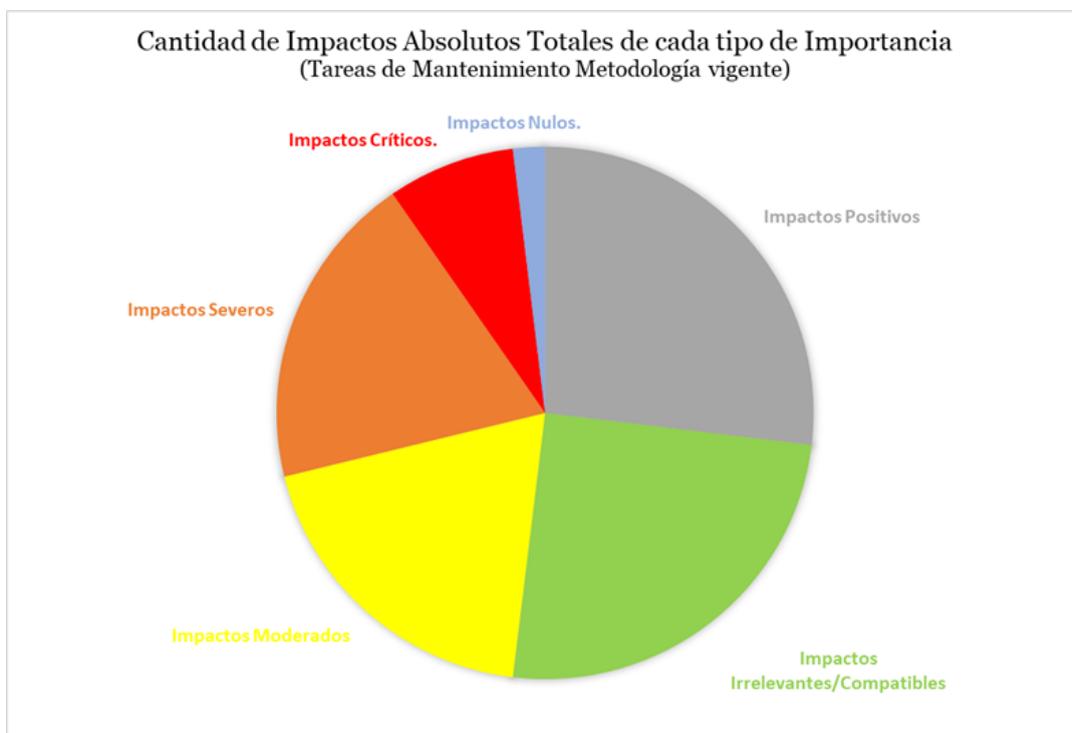
Como podemos ver, para todas las acciones que actualmente se emplean hay una correlativa en la propuesta, ya sea para mantenerla, modificarla, mejorarla o reemplazarla (en lo que a sus impactos respecta).

Prosiguiendo, nos abocaremos a revisar y comentar lo observado en las dos Matrices de Importancia que se obtuvieron en las Etapas 1 y 2 de Evaluación individual de cada metodología. Si bien previamente en el apartado 6.3.2. se han ido mencionando las diferencias identificadas en la segunda matriz con respecto a la primera, lo que haremos aquí será un resumen de las mismas enriquecido por el uso de gráficos en los que estas se pueden visualizar más fácil y rápidamente.

Tal como se citaba a continuación de la Tabla 13, en lo que hace a la clasificación de los impactos de acuerdo a su Importancia, se puede notar una enorme variación en la cantidad de cada tipo, predominando notablemente los impactos positivos por sobre los negativos en la segunda metodología evaluada y también con respecto a la primera. Esta situación puede visualizarse perfectamente en los gráficos de torta de las Figuras 19 y 20 que mostramos aquí debajo:

Figura 19.

Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología vigente)²¹

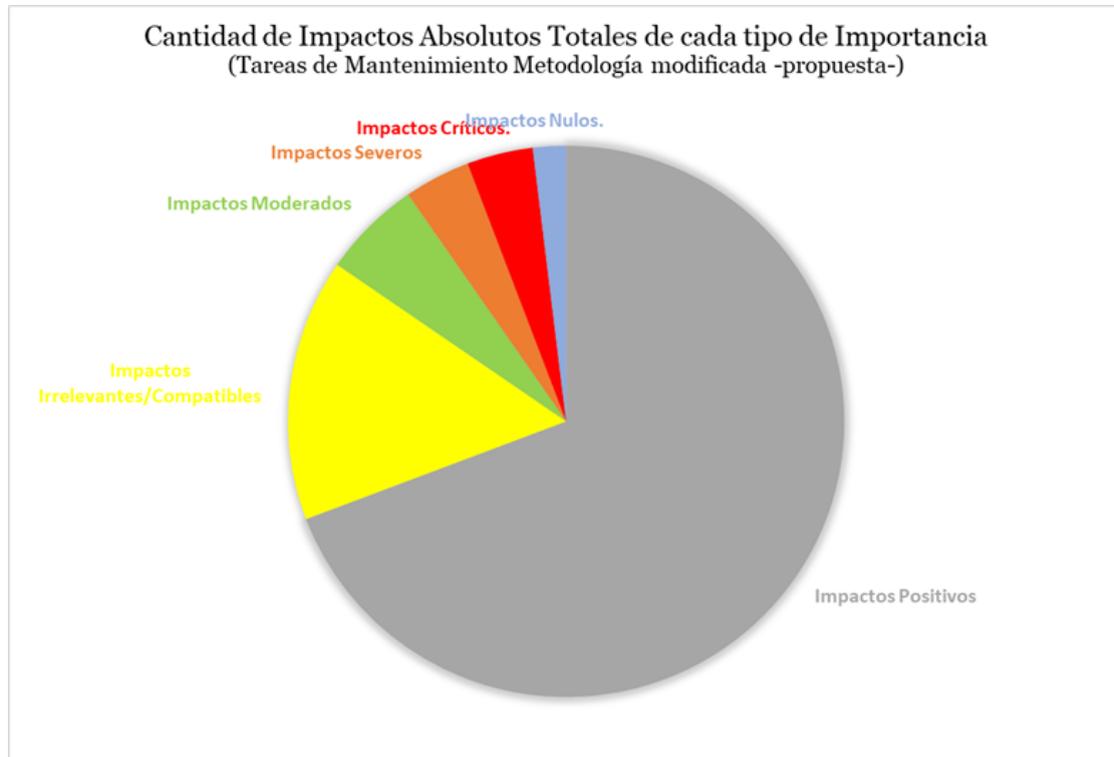


Elaboración propia (2023).

²¹ Como se había justificado anteriormente, de aquí en adelante, todos los análisis y comparaciones se harán en base al conjunto de tareas/acciones agrupadas, en cada metodología, bajo el título de Mantenimiento.

Figura 20.

Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología modificada -propuesta-)



Elaboración propia (2023).

Lo mismo podemos ver en las Tablas 15 y 16 que siguen:

Tabla 15.

Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología vigente).

Metodología vigente.	
Tipo de Impacto (Importancia)	Cantidad en tareas de mantenimiento
Impactos Positivos.	14
Impactos Irrelevantes/Compatibles	13
Impactos Moderados.	10
Impactos Severos.	10
Impactos Críticos.	4
Impactos Nulos.	1

Elaboración propia (2023).

Tabla 16.

Cantidad de Impactos Totales absolutos de cada tipo de Importancia (Tareas de Mantenimiento Metodología modificada).

Metodología modificada -propuesta-	
Tipo de Impacto (Importancia)	Cantidad en tareas de mantenimiento.
Impactos Positivos.	36
Impactos Irrelevantes/Compatibles.	8
Impactos Moderados	3
Impactos Severos.	2
Impactos Críticos.	2
Impactos Nulos.	1

Elaboración propia (2023).

Así, como ya se mencionó anteriormente, podemos ver expresamente que la Metodología propuesta presenta el doble de impactos positivos que la vigente, un tercio de impactos moderados, una quinta parte de impactos severos y la mitad de impactos críticos. El detalle de los mismos se ha hecho previamente, al desarrollarse lo analizado de cada Matriz de Importancia en particular (para no caer en repeticiones, no volveremos a comentarlo aquí).

Para continuar, incluiremos dos gráficos de barra (Figuras 21 y 22) en los que se exhiben los impactos totales del conjunto de acciones de cada metodología evaluada sobre cada factor ambiental en particular.

Figura 21.

Impacto absoluto total de las tareas de Mantenimiento de la Metodología vigente por factores ambientales.

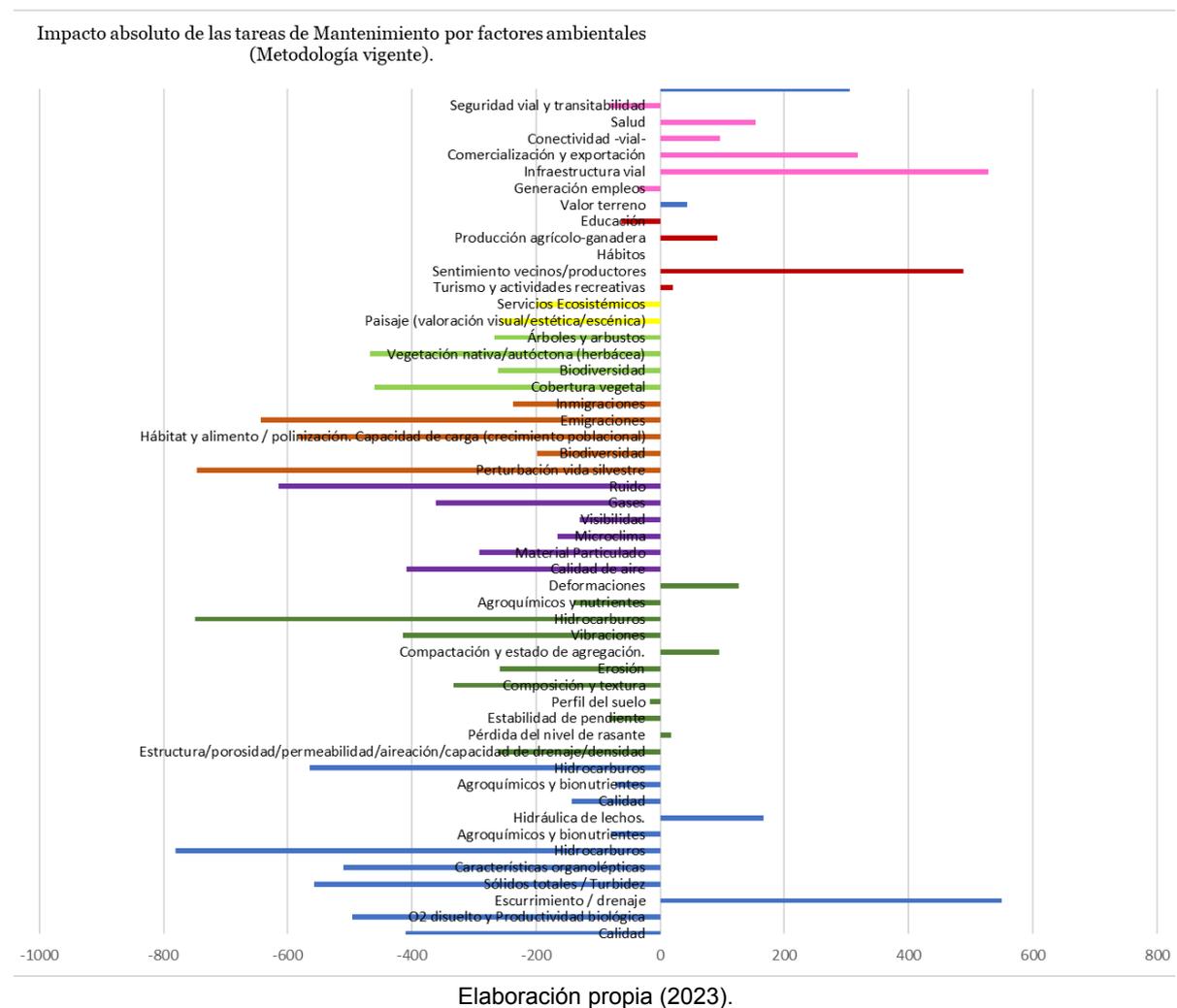
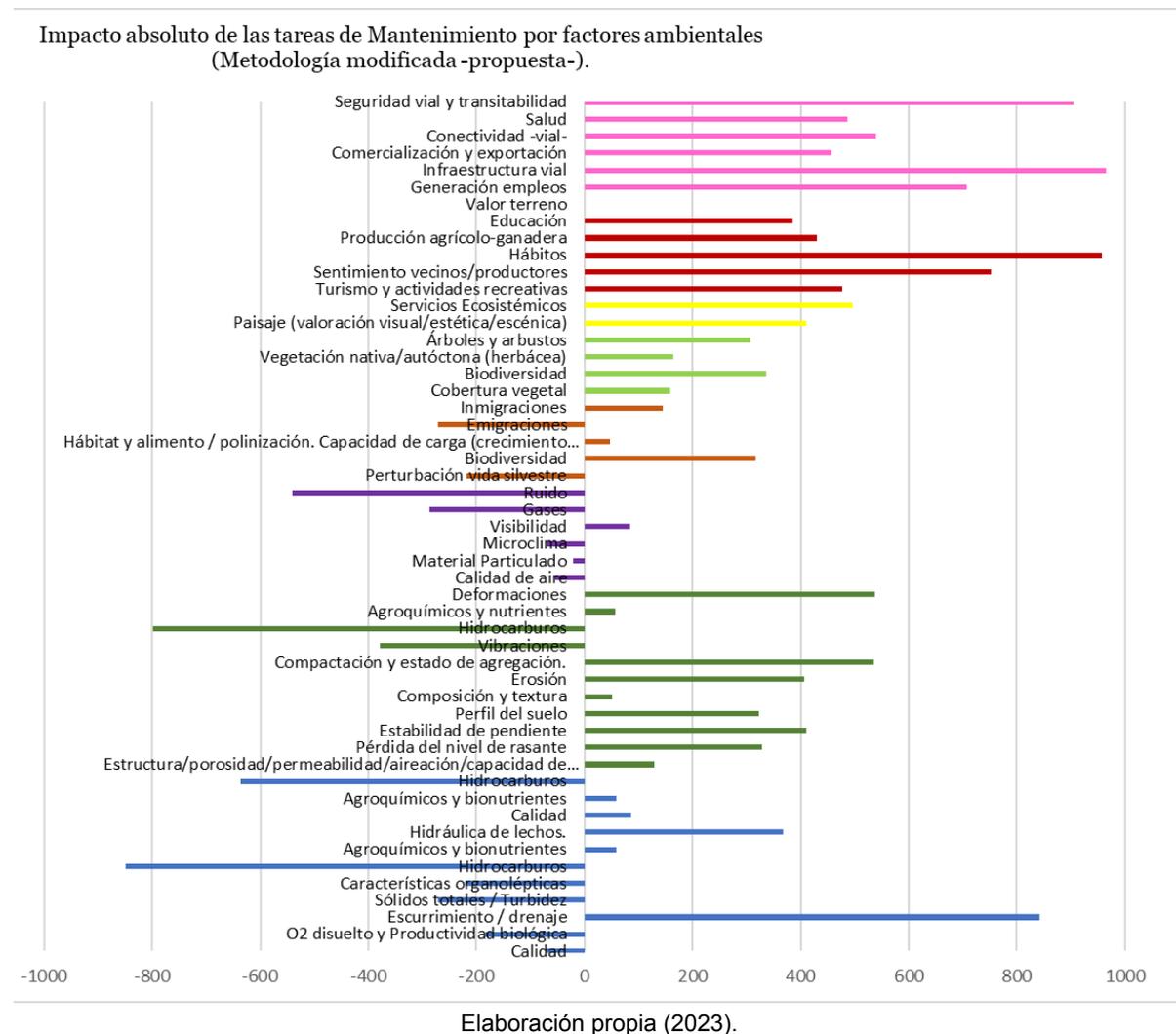


Figura 22.

Impacto absoluto total de las tareas de Mantenimiento de la Metodología modificada -propuesta- por factores ambientales.



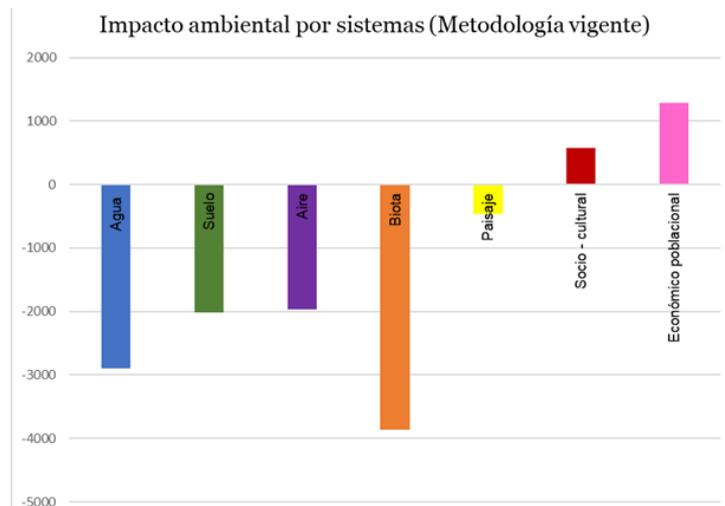
Como es evidente, a pesar de que esta segunda Metodología tiene 3 acciones más que la anterior, no solo se incrementa sobremanera la cantidad de factores del medio que se ven beneficiados sino que, a la vez, disminuye notablemente la cantidad de los perjudicados y la magnitud de la mayoría de los impactos negativos que siguen existiendo. Por tanto como decíamos, el hecho de que haya mayor cantidad de acciones en esta segunda versión, que potencialmente alterarían el medio, no implica directamente que este se vaya a ver más perjudicado sino que, en este caso, por el contrario se ve favorecido; esto último es sinónimo de decir que se podría lograr tener no solo una notable y mayor influencia positiva al adoptarse esta Metodología sino que, aún más importante, se tendría una negativa mucho menor (que es lo que, de raíz, se desea lograr).

Entre otras cosas podemos observar que en la Figura 21 los impactos positivos aparecían casi en su totalidad en el Medio Socio-económico, quedando el Medio Físico como receptor de una predominante cantidad de efectos perjudiciales mientras que, en la Figura 22, los impactos positivos se multiplican en ambos medios y, de hecho, la cantidad de positivos en el Medio Físico pasa a duplicar a la cantidad del Medio Socio-económico.

Pasaremos ahora a comparar el impacto causado sobre cada uno de los sistemas que constituyen al Medio Físico y al Socio-Económico y para ello nos valdremos de lo exhibido en las Figuras 23 y 24 que siguen:

Figura 23.

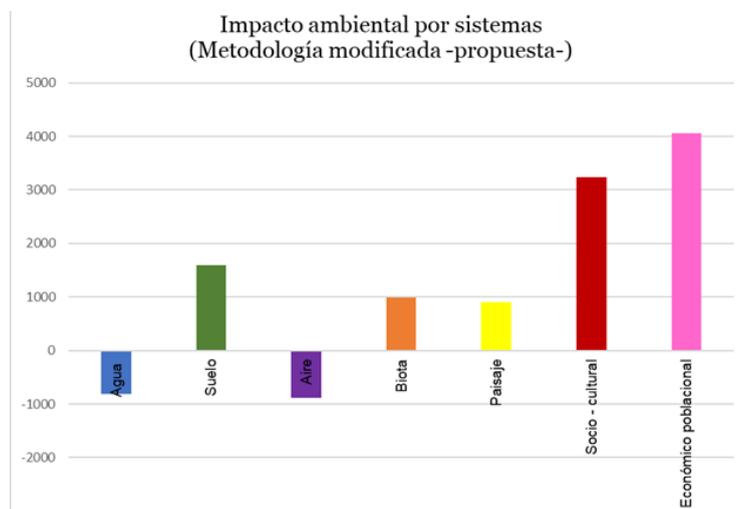
Impacto ambiental de la Metodología vigente por Sistemas.



Elaboración propia (2023).

Figura 24.

Impacto ambiental de la Metodología modificada -propuesta- por Sistemas.



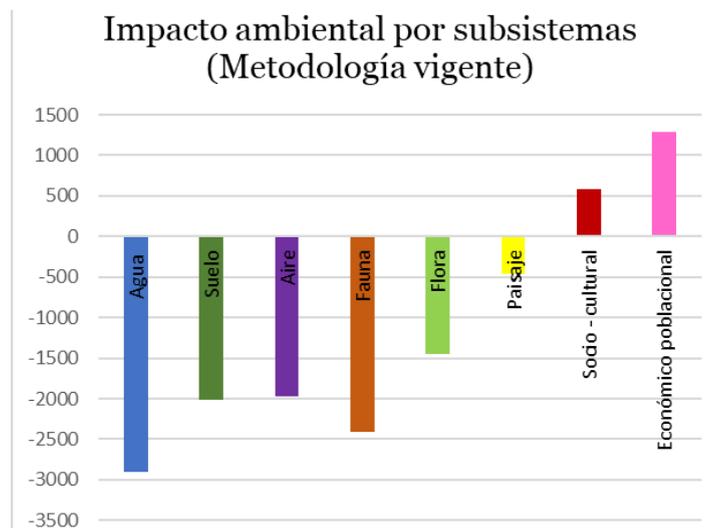
Elaboración propia (2023).

En ellas podemos ver como, pasando de la Metodología vigente a la propuesta, el impacto negativo sobre el Agua y el Aire disminuyen notablemente, los impactos negativos sobre el Suelo, la Biota y el Paisaje no solo disminuyen sino que pasan a ser impactos positivos y, los impactos positivos sobre todo el Medio Socio-Económico se incrementan sobremanera.

En las Figuras 25 y 26 que se colocan a continuación se presenta la misma información pero dividiendo a la Biota en sus subsistemas Flora y Fauna, lo cual permite dimensionar más específicamente cómo cada una realmente es incida por cada alternativa metodológica.

Figura 25.

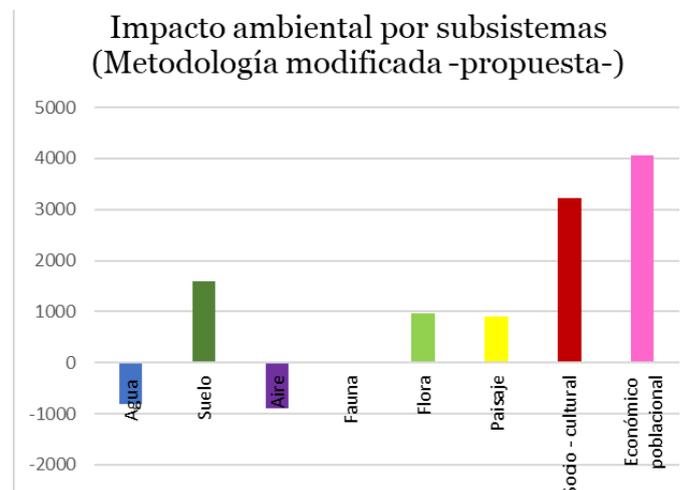
Impacto ambiental de la Metodología vigente por Subsistemas.



Elaboración propia (2023).

Figura 26.

Impacto ambiental de la Metodología modificada -propuesta- por Subsistemas.



Elaboración propia (2023).

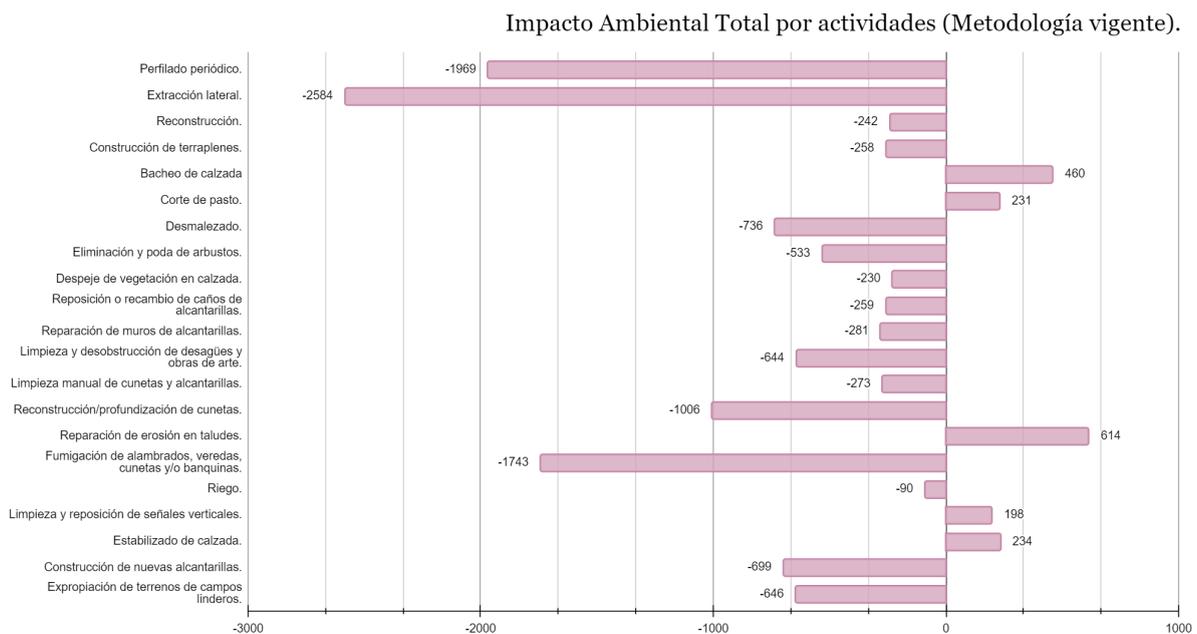
Si bien el impacto causado por las tareas de la Metodología vigente tanto sobre los componentes de la Fauna como los de la Flora resulta significativamente perjudicial en ambos casos, al analizar la afectación asociada a las acciones de la Metodología propuesta se puede ver que la Flora pasa a verse considerablemente favorecida y, las incidencias sobre los parámetros de la Fauna se compensan de tal manera que el impacto global resulta también positivo pero casi nulo (por ello no se llega a apreciar en el gráfico de la Figura 26).

Por último, nos dedicaremos a comparar una serie de gráficos en los que se representan los impactos individuales de cada una de las acciones que componen cada metodología primero sobre todo el entorno (es decir, sobre el total de los parámetros ambientales contemplados) y luego sobre el Medio Físico y sobre el Medio Socio - económico por separado. Resulta propicio mencionar que, en esta última etapa de comparación y como la misma se basa en las acciones individuales, se han incluido también, dentro de los gráficos que se elaboraron, las acciones agrupadas bajo el título de Modificación y/o Mejora en cada metodología.

Las Figuras 27 y 28 que siguen nos presentan los gráficos correspondientes a los Impactos Ambientales Totales que causa cada actividad, tarea o acción constitutiva de la Metodología vigente y la Metodología modificada respectivamente.

Figura 27.

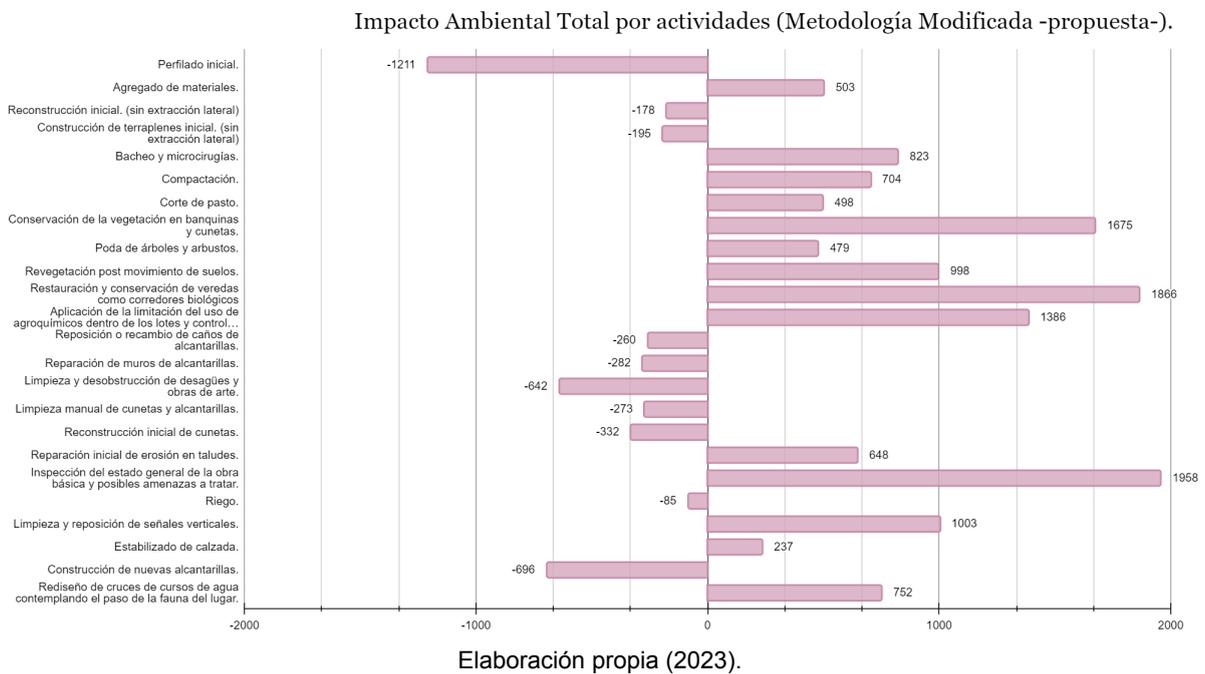
Impacto Ambiental Total por Actividades (Metodología vigente)



Elaboración propia (2023).

Figura 28.

Impacto Ambiental Total por Actividades (Metodología modificada -propuesta-)



De forma rápida podemos visualizar que, mientras en la Figura 27 correspondiente a la Metodología actualmente aplicada en nuestros caminos rurales predominan las acciones con impactos negativos y solo hay 5 con impactos positivos sobre el conjunto de factores, en la Figura 28 la situación cambia y predominan las acciones con impactos sobre todo el medio de carácter positivo.

En adición, mientras que en la Metodología vigente muchas de las acciones que resultan perjudiciales tienen valores negativos muy elevados, en la propuesta solo un par de ellas los tienen y, por su parte, en lo que hace a las acciones que resultan con valoración total positiva, en la primera Metodología evaluada los valores alcanzados no son muy elevados mientras que, en la segunda, la mayoría sí lo son. Y, no menos importante, también puede verse como la mayoría de las acciones que se incluyen en ambas versiones de la metodología han disminuido el valor de sus impactos negativos o, incluso algunas, pasado a tener impactos positivos.

A continuación, la comparación se hará por Medios; en las Figuras 29 y 30 que se encuentran aquí debajo se muestran los impactos de cada acción o tarea individual sobre el Medio Físico y luego, en las Figuras 31 y 32, se presentan los impactos de las mismas sobre el Medio Socio - económico.

Figura 29.

Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Físico (Metodología vigente)

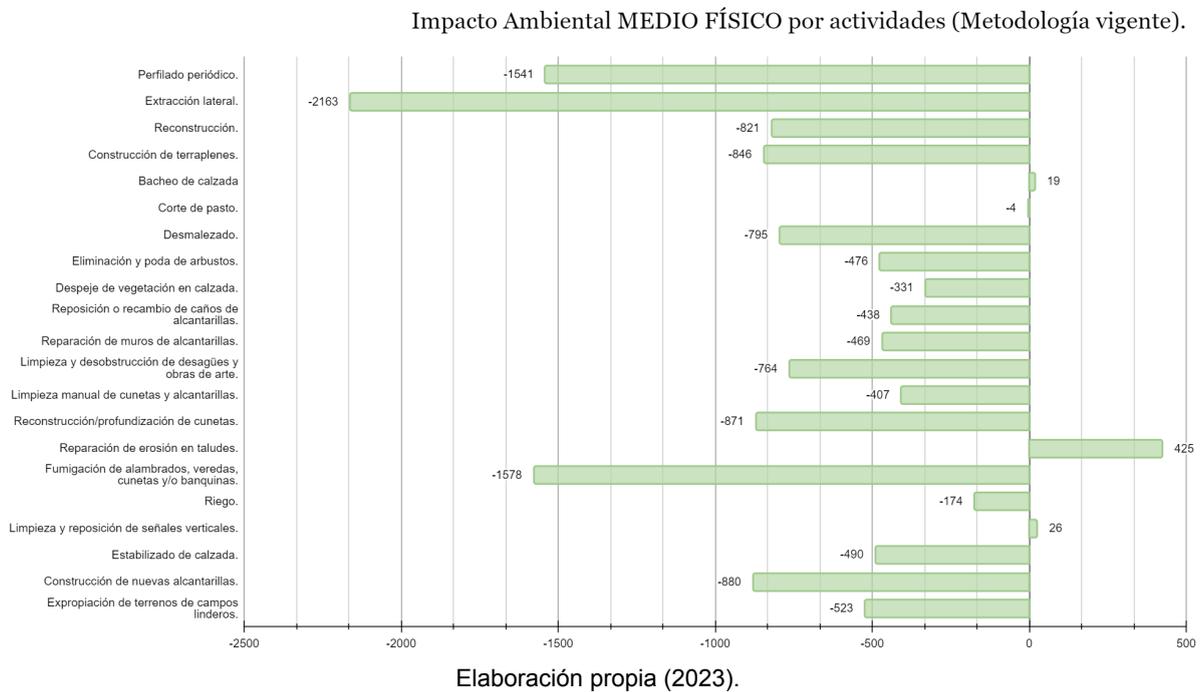
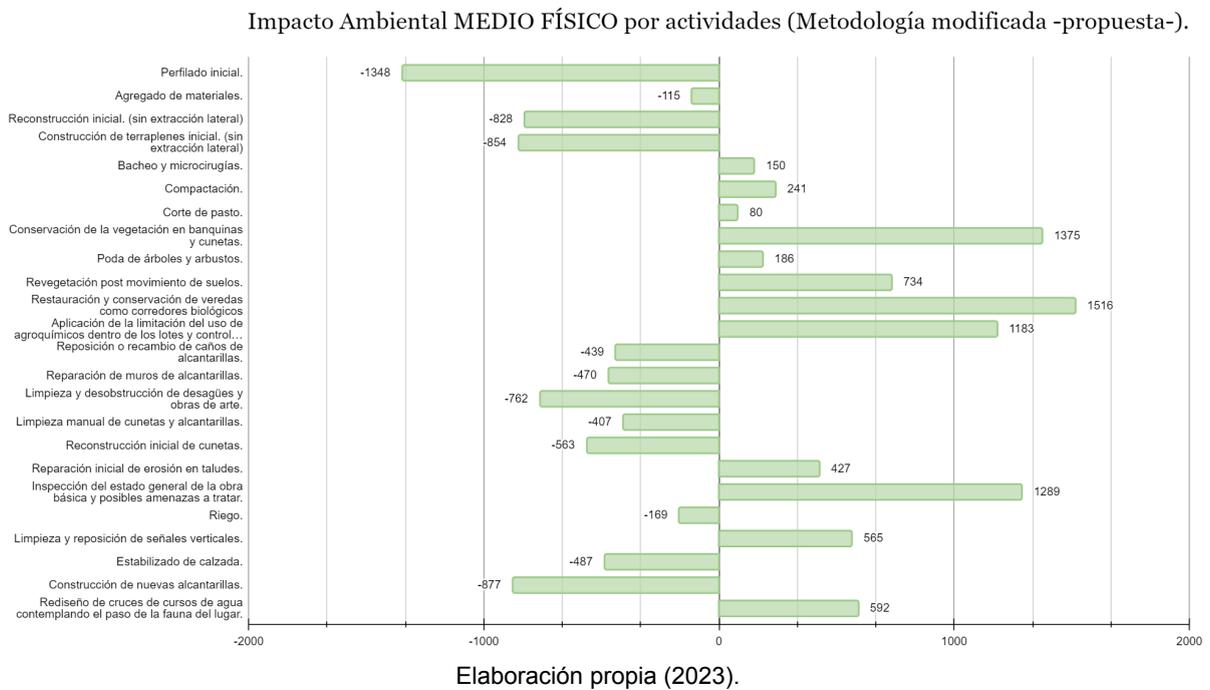


Figura 30.

Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Físico (Metodología modificada -propuesta-)

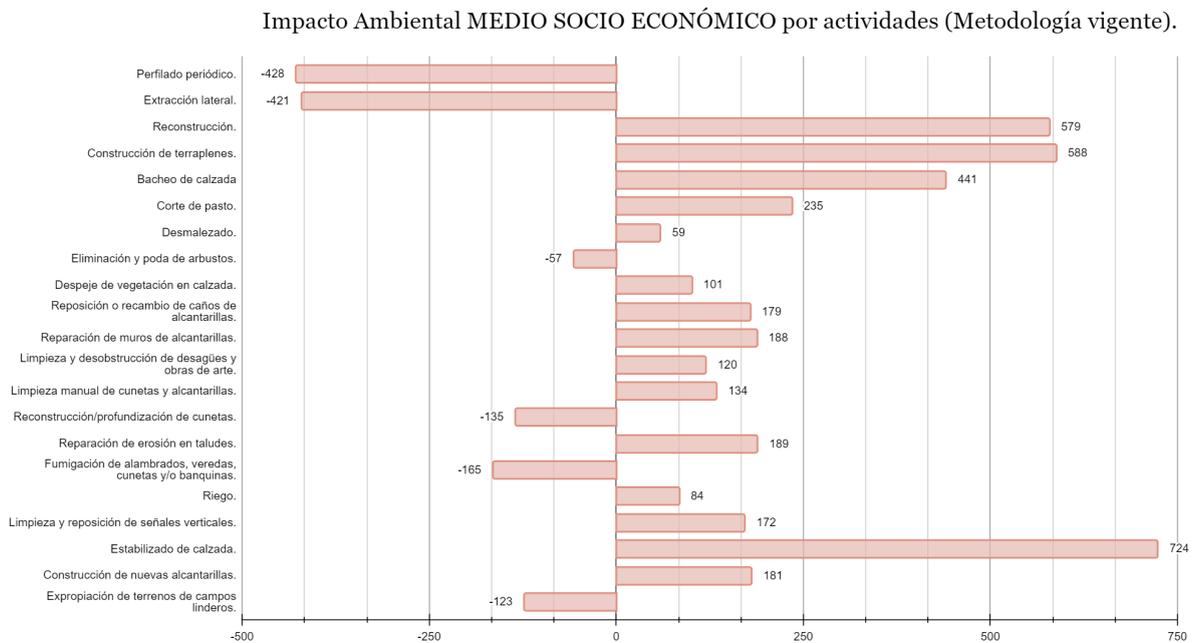


Nuevamente, en la Metodología vigente (Figura 29) solo 3 acciones tienen impactos totales sobre el Medio Físico que resultan positivos, aunque 2 de ellos de magnitud insignificante;

mientras que, en la Metodología modificada (Figura 30) exactamente la mitad de las acciones tienen impactos totales positivos sobre el conjunto de los factores que conforman el llamado Medio Físico y, muchos de ellos, de magnitud elevada. Por el contrario, en lo que hace a los impactos negativos, los asociados a las acciones de la Metodología actual mayormente tienen valores que van desde altos a muy altos y los que corresponden a la Metodología propuesta son, en general y salvo excepciones, más bajos. Es decir que, la nueva versión recomendada para manejar y mantener los caminos rurales que surcan nuestro territorio sería notablemente mucho más contemplativa con el Ambiente y sus factores, tanto bióticos como abióticos, y no solo se reducirían los daños causados a los mismos sino que incluso muchos de ellos empezarían a verse protegidos y/o beneficiados.

Figura 31.

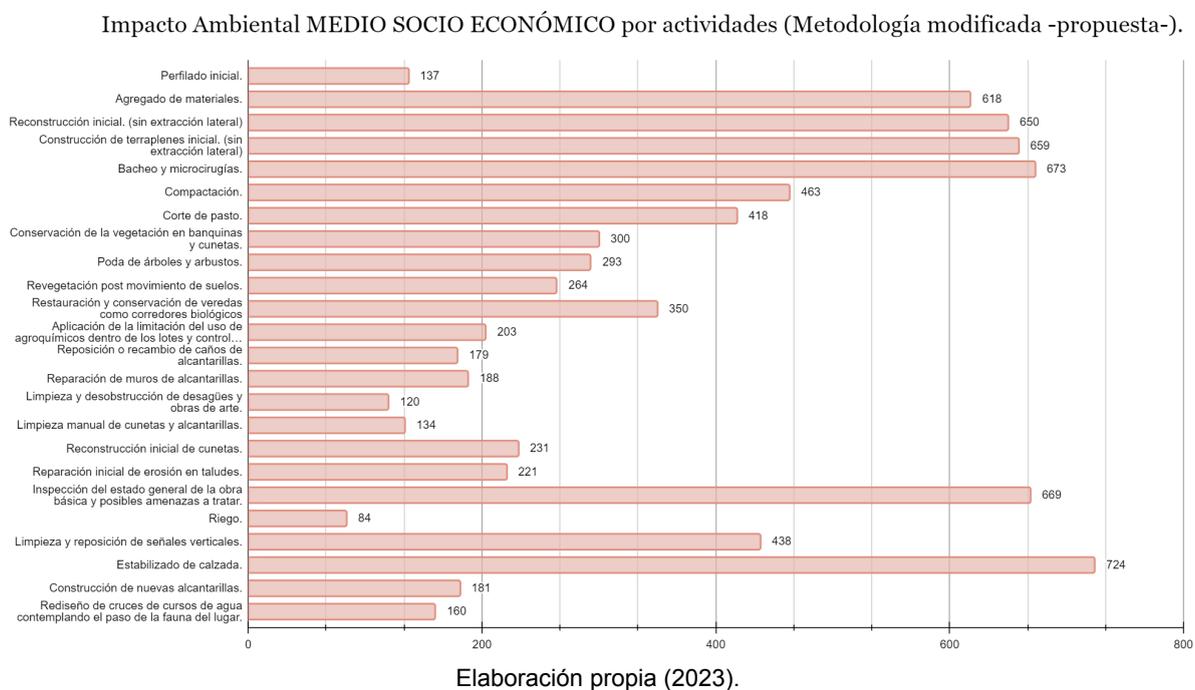
Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Socio - económico (Metodología vigente)



Elaboración propia (2023).

Figura 32.

Impacto Ambiental Total por Actividades Medio Socio - económico (Metodología modificada -propuesta-)



Si bien en ambos casos (Figuras 31 y 32) predominan los impactos positivos sobre el conjunto de factores que componen el Medio Socio - económico, podemos notar que en la Metodología modificada no hay ninguna actividad que resulte con una valoración negativa sobre este Medio mientras que, en la vigente, se encuentran varias. Y, además, los impactos positivos de aquella son significativamente más elevados en todos los casos que los de esta última. Esto implica que, el reemplazo de la Metodología vigente por la propuesta (para intentar disminuir los perjuicios al, hasta aquí bastante olvidado, Medio Físico) no solo seguiría siendo igualmente beneficioso en cuanto a lo social, cultural, económico, productivo y poblacional sino que los beneficios se incrementarían en todos los sentidos.

Dejando de lado la comparación de los resultados mediante el uso de gráficos, hay una contraposición más que se puede hacer, la cual consiste en cotejar los valores de impacto total alcanzados en cada Matriz de importancia, de todas las acciones sobre el conjunto de los factores del ambiente considerados. En primer lugar, compararemos los valores totales de impacto al entorno causado únicamente por las tareas y acciones agrupadas, en cada caso, bajo el título de Mantenimiento:

→ Impacto Total Absoluto de las tareas de Mantenimiento de la Metodología vigente: -9345.

→ Impacto Total Absoluto de las tareas de Mantenimiento de la Metodología modificada -propuesta-: 9083.

Aunque ambos valores son de magnitud similar, la diferencia en el resultado obtenido es abismal debido a que los mismos son de signo opuesto es decir que, mientras el Impacto total de las tareas de Mantenimiento de la Metodología actual es negativo e implica un perjuicio para el entorno en general, el Impacto total de las que componen la Metodología propuesta es de naturaleza positiva por lo cual, no solo se puede considerar que disminuye los daños que se vienen causando año a año al ambiente sino que representarían un beneficio para el ecosistema en cuestión.

Si, en segundo lugar, queremos comparar el Impacto Total asociado a todas las acciones de cada metodología sobre el Medio, incluyendo por tanto no solo las agrupadas bajo el título de Mantenimiento sino también las que fueron catalogadas como de Modificación y/o Mejora, los valores a contemplar serían:

→ Impacto Total Absoluto de la Metodología vigente: -10456.

→ Impacto Total Absoluto de la Metodología modificada -propuesta-: 9376.

De manera que, el análisis que se podría hacer es exactamente el mismo que el anterior, con la diferencia un poco más acentuada.

Como conclusión general de todas las comparaciones hechas se llega a que, el reemplazo de la Metodología actual por una nueva versión que modifique la misma tomando como base los lineamientos y acciones aquí consideradas sería completamente beneficioso para el entorno en el cual se encuentra inmerso cada camino rural, resultando positivo no solo en términos sociales, económicos, culturales y poblacionales como la presente lo viene siendo sino también en términos ambientales, constituyendo una forma de manejar y mantener los mismos que respeta al Medio Físico, tanto en lo que hace a sus componentes bióticos (flora y fauna) como abióticos (agua, suelo y aire) y al paisaje mismo que con todos estos elementos se configura. Para completar este análisis comparativo, se incluye un Anexo Fotográfico en el que se exhiben fotografías asociadas a las tareas que caracterizan cada una de las dos versiones metodológicas, en su mayoría tomadas en caminos rurales de nuestro país salvo un par traídas del exterior para presentar como ejemplo a seguir en la metodología propuesta.

6.5. Recomendaciones y propuestas complementarias.

Continuando con las recomendaciones y de acuerdo a lo planteado y desarrollado a lo largo de todo el capítulo anterior, mencionaremos una serie de medidas que se consideran convenientes y beneficiosas para ser implementadas en simultáneo y tenidas en cuenta en la elaboración de la nueva, y mucho más integral, metodología de mantenimiento de caminos rurales:

1. Como punto inicial se recomienda que la misma, en cada jurisdicción que se vaya a aplicar, se complemente con un Plan de Ordenamiento Territorial Ambiental y con un Plan de Manejo Ambiental; esto implica que, de no contarse con tales instrumentos, deban ser creados (por profesionales pertinentes).

2. En línea con el punto anterior, la segunda propuesta consiste en impulsar la formulación y aplicación de legislación, normativas y reglamentaciones que contribuyan a la correcta utilización de la nueva Metodología de manejo y mantenimiento de caminos rurales como así también a la conservación y preservación de los diferentes componentes de los agroecosistemas a los que estos interceptan. En cuanto a esto es preciso también señalar que, para que se respeten, acaten y funcionen como se pretende, será necesaria la implementación de instrumentos sancionatorios y de organismos de control que velen por su aplicación.

3. Se propone también la formulación de Mejores Prácticas de Gestión asociadas tanto a la etapa de manejo y mantenimiento de caminos rurales como a una potencial etapa de construcción de alguno nuevo que se necesite o de cierre de alguno que, por ciertas razones, los usuarios ya no deban utilizar. Las mismas podrían ser redactadas en paralelo a la nueva Metodología de Manejo y Mantenimiento de Caminos Rurales que aquí se propone.

4. Por otra parte, se recomienda que, dentro de las tareas que se incluirán como parte de la Metodología modificada de caminos rurales se incluya una etapa de Planificación previa a la ejecución de las que se realizarán luego en campo, que tenga lugar al comienzo de cada año, y en la que se deberá evaluar y definir las tareas a implementar en cada sitio (en función de su estado y necesidades, determinados mediante la Inspección propuesta como actividad de rutina anual) y su periodicidad, lo cual esté a cargo de un profesional que contemple, entre otros factores ingenieriles, a la biodiversidad del lugar. Este último será quien tenga el poder de autorizar tareas puntuales de poda, quema controlada (por ej. como cortafuego), desmalezado y uso de agroquímicos en campos linderos.

5. En relación con lo mencionado en el ítem anterior, se destaca lo primordial de contratar a personal y profesionales interdisciplinarios que enriquezcan los equipos de trabajo y cubran todas las aristas de un desarrollo integral de la Metodología, como así también lo fundamental que resulta el comenzar a brindar a los operadores (quienes realizan las tareas en campo) capacitaciones de índole ambiental.

6. También relacionado a todos los ítems anteriores, pero mayormente a los puntos 4 y 5, debemos citar lo indispensable que resulta lograr materializar el reconocimiento del valor paisajístico de los ecosistemas sobre y dentro de los que se trabaja (ya que en ellos se encuentran este tipo de caminos de calzada natural) como así también el hacer un uso responsable y eficiente de todos los recursos de los que la naturaleza nos dota del mismo modo que siempre se busca aprovechar y cuidar el recurso humano, el económico, etc. En tercer lugar, y tal vez algo más complejo que las dos propuestas anteriores, el fomentar la reinterpretación de las especies que se consideran plagas y malezas, con respecto a la producción desarrollada en el interior de los lotes y el manejo que se pretende hacer de las mismas.

7. Continuando con lo que a la producción agrícola ganadera de estos ambientes hace, hay 3 puntos fundamentales en los que se recomienda seguir trabajando o empezar a trabajar, que si bien exceden al manejo y mantenimiento de la zona de caminos tienen una importante relación con la biota que se puede desarrollar en estos espacios como también en los bordes de cultivo (únicos espacios disponibles para el desarrollo de la flora y fauna autóctonas) y son: la rotación de cultivos en dichos campos linderos, la inclusión para tal fin de cultivos invernales y de servicio y el uso responsable de agroquímicos dentro de los lotes productivos es decir, hasta su límite físico.

8. Por último y útil a todas las propuestas anteriores, se recomienda por un lado, el desarrollo y utilización de una App que brinde información en tiempo real del estado de los caminos rurales, tanto a los usuarios como a los administradores, gestores y operadores de los mismos; y, por otro, la promoción de la creación de un procedimiento o método para la evaluación del estado de un tramo de camino rural desde el punto de vista ambiental (ya que desde el enfoque vial y civil el mismo ya que existe).

Discusión Capítulo 3:

Cerrando este tercer capítulo nos encontramos en una situación en la que los resultados obtenidos a partir de las dos etapas de evaluación en las que trabajamos hablan por sí solos y coinciden indudablemente con lo que la información presentada y analizada en los

dos capítulos anteriores nos permitía prever. El hecho de haber exhibido los mismos tanto en forma textual, como gráfica y a través de tablas facilita notablemente su comprensión y contribuye a asegurar la erradicación de errores en la interpretación de dichos resultados.

No obstante, más allá de que se pudiera inferir hacia dónde iban a enfocarse tales resultados, en ningún caso se podría haber previsto los detalles asociados a la magnitud e Importancia de los Impactos, tanto individuales como colectivos, la medida en la que una versión metodológica resultaría más beneficiosa que la otra, las implicancias específicas sobre cada uno de los subsistemas que componen el ambiente, qué acciones realmente resultaban las más dañinas o beneficiosas para cada Medio y para el entorno en general, etc. Por todo ello, la utilización de esta herramienta para evaluar y comparar ambas alternativas metodológicas resultó no sólo adecuada y funcional sino fundamental, ya que de otro modo no habríamos podido ahondar tan en profundidad ni sacar tantas y tan específicas conclusiones.

Por otra parte se encuentra el hecho de que, en general, luego de aplicarse esta herramienta de evaluación debe llevarse a cabo una tarea siguiente y consecuente que consiste en la creación y definición de medidas de disminución, mitigación o compensación de los daños asociados a los impactos que resultaron de Importancia Severa o Crítica. Sin embargo, como en la Metodología modificada que se propone desarrollar desaparecen la mayor parte de los impactos negativos severos y críticos identificados en la Metodología vigente dicha necesidad quedaría satisfecha, es decir, desaparecería. Esto último es así siempre y cuando la nueva metodología que se recomienda elaborar realmente se cree y comience a implementar, de lo contrario, en su lugar deberán formularse dichas medidas de prevención, mitigación y compensación para los daños severos y críticos causados por las tareas de Mantenimiento actual. Los impactos que en la Metodología propuesta permanecen dentro de las categorías de severos o críticos están asociados, por un lado, a situaciones de contingencia correspondientes específicamente a un derrame o pérdida de algún hidrocarburo desde un vehículo o maquinaria sobre el suelo y/o el agua y su consecuente contaminación para lo cual se recomienda que los mismos pasen por todas las inspecciones correspondientes y se reparen de ser necesario (a los fines de prevenir dichos accidentes) y, por otro, al ruido generado temporalmente también cuando dichos vehículos, equipos y maquinarias están en marcha (el cual no es evitable y lo único que se puede hacer al respecto es controlar que, aquellos que cuenten con un dispositivo silenciador, lo tengan en condiciones y funcionando de forma adecuada).

A modo de cierre ideal, se han detallado al final de este tercer capítulo aquellas cuestiones que se consideran el complemento perfecto para que la implementación de la nueva

metodología que se propone resulte notablemente armoniosa con los ecosistemas naturales en los que se encuentran inmersos los caminos rurales a manejar y mantener con la misma y, de este modo, se contribuya también al cuidado del planeta y sus habitantes en general. En gran medida dichas ideas y propuestas fueron, tal como se comentó en el Capítulo 2, tomadas de las metodologías de otras partes del mundo en donde el enfoque ambiental ya forma parte de las mismas desde hace años.

CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO.

La primera conclusión a la que, inevitablemente y después de todo este recorrido, tanto autores como lectores de este trabajo debemos llegar es que todo es posible; ¿a qué nos referimos con esta frase? a que hemos podido comprender y fiarnos de que resulta completamente posible lograr mantener nuestros caminos de calzada natural en perfectas condiciones de transitabilidad y seguridad vial, que aseguren su permanente utilización por parte de los usuarios, cualesquiera sean las condiciones climáticas imperantes, no solo para su transporte personal sino también para el de sus producciones, insumos y/o mercancías en simultáneo a promover y garantizar la conservación y preservación de todo el ecosistema que cada uno de estos intercepta, refiriéndonos con ello no simplemente a sus componentes abióticos (agua, suelo y aire) sino también a la flora y la fauna. Por tanto, el sumar la perspectiva ambiental a las demás que desde siempre se contemplaron en este tipo de obras (civil, ingenieril, vial, hidráulica, económico-productiva, comercial y sociocultural) es una meta a la que se puede aspirar, y por la que se puede trabajar, sin potenciales verdaderas limitaciones. No existen posibles impedimentos ni económicos ni de recursos (porque los requerimientos y gastos asociados al mantenimiento propuesto son mucho menores), ni técnicos, ni legales ni de ninguna índole más allá de superar la reticencia de los hábitos adquiridos y las costumbres instaladas.

Así mismo, es válido destacar que también quedó demostrado en los resultados obtenidos que la Metodología modificada que aquí se propone no solo es conveniente en aquello que nos preocupaba empezar a cuidar, la naturaleza, sino también en lo económico, productivo, social y cultural. No menos importante, pudimos también constatar que, si bien dichos aspectos son los que hipotéticamente la Metodología vigente busca favorecer, en realidad se ven perjudicados por la progresiva destrucción que las técnicas actualmente utilizadas generan. A esta problemática, latente y evidentemente advertida pero hasta ahora atribuida a razones externas, se referían ya en el Manual de Caminos Rurales de la AAC publicado en el año 2018:

La revisión de literatura especializada ha demostrado que, más allá de las condiciones macroeconómicas imperantes en un país, la infraestructura en general y el transporte en particular, son algunos de los factores determinantes del grado de competitividad y especialización productiva del comercio exterior. La falta de una infraestructura de transporte adecuada suele provocar que las empresas exportadoras no tengan acceso a los posibles mercados y funcionen por debajo de su capacidad máxima. Esto se debe a su costosa oferta (provocada por la reducida

fiabilidad en el movimiento físico de las materias primas y de los productos finales), a la lenta respuesta a las demandas de los clientes y a los altos costos de transporte.

Por otra parte, tanto el ambiente académico como la evidencia empírica coinciden en aseverar que los costos de transporte son uno de los factores determinantes para el desarrollo de los sistemas productivos locales y la competitividad de la economía.

Se puede afirmar que un buen estado de los caminos rurales en Argentina brindará oportunidades para el acceso al empleo, los mercados, la educación, los servicios de salud, agua y saneamiento así como también para ayudar a la reducción de la pobreza, lograr inclusión social, cuidar al medioambiente y lograr mayor seguridad, colaborando así con el logro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para 2030.

Por tanto, serán todos esos beneficios los adquiridos si se logra hacer el cambio de paradigma al que apuntamos, dejando atrás las técnicas y métodos que atentan, básicamente, contra todos los ámbitos de la vida evaluados.

Retomando lo que decíamos en el primer párrafo, y como ya se ha comentado a lo largo de todo el trabajo, las veredas que se encuentran a la vera del coronamiento de estos caminos, en el espacio comprendido entre las cunetas y el límite de los campos linderos son, junto con los bordes de cultivo (si existen) los únicos relictos en los que puede desarrollarse la biota nativa o autóctona. Claro está que, hoy en día la misma ya ha sido notablemente alterada y que, tanto la flora como la fauna que subsisten a las actividades del hombre no son las mismas que había en estos ecosistemas antes de que el mismo los intervenga, sin embargo, esto no justifica que dejemos de preservar la parte de ambas que aún permanece o intenta resurgir. Es por ello que, repetimos, el hecho de que se trate de ambientes, en muchos casos, muy intervenidos no es razón suficiente para seguir destruyéndolos sin respeto ni limitación alguna.

En adición, normalmente las prácticas que se cuestionan, ya sea por parte de la población, ciertos productores o profesionales, son las que se llevan a cabo del alambrado para adentro sin embargo, del alambrado para afuera el único cuestionamiento que periódicamente aparece es cuando los operadores dejan de frecuentar la zona, es decir, cuando los usuarios o vecinos del lugar sienten que sus caminos han sido “abandonados” u “olvidados” en la realización de las tareas de mantenimiento, sobre las cuales jamás en décadas se ha objetado ni debatido nada. Es aquí que entra a jugar este nuevo planteamiento que, hace algún tiempo, algunos profesionales locales se han empezado a

hacer y luego a difundir y, gracias al cual, ha surgido el gran interrogante y vacío que nos ha motivado a trabajar sobre esta temática. Si bien se trata de un área en la que hasta el día de hoy en el rubro ambiental muy poco se trabajó o, al menos, difundió en nuestro país, en muchos otros hay avances al respecto que datan de varios años, lo cual resulta inspirador y útil a la hora de buscar fundamentos, respuestas y aliados, hacer propuestas y obtener finalmente el apoyo por parte de la masa. A este propósito es al que decidimos sumarnos y por el cual comenzamos a trabajar desde el primer día y, aunque reste mucho camino por delante, creemos y esperamos que nuestra pequeña contribución sea de gran ayuda.

Para ello, luego de ocuparnos en el primer capítulo de conocer, describir detalladamente y examinar la Metodología de Manejo y Mantenimiento de Caminos Rurales vigente, que tanto el Ministerio de Transporte de la Nación, como Vialidad Nacional y la Asociación Argentina de Carreteras establecen y todas, o la mayor parte, de las dependencias del país (ya sean directamente municipios o comunas o consorcios camineros, según la provincia) aplican hasta la actualidad, y de indagar acerca de qué otras alternativas metodológicas existían en el mundo, cuáles de sus planteamientos y técnicas resultaban propicias de ser tomadas para mejorar la propia desde el punto de vista ambiental y recopilar todas ellas en el segundo Capítulo (dando prioridad a una alternativa local propuesta como una versión novedosa y sustentable frente a la presente) nos abocamos a evaluar comparativamente dicha Metodología vigente con una nueva versión de la misma, modificada en base a lo desarrollado y propuesto en dicho Capítulo 2, para determinar objetivamente y con fundamentos sustentados en el uso de una herramienta académicamente validada cuál resultaba más conveniente de ser utilizada de acuerdo a los impactos ambientales que cada una causa (o causaría).

Los resultados obtenidos y las numerosas conclusiones asociadas a estos y su comparación se detallaron dentro del Capítulo 3 pero, a grandes rasgos, podemos resumirlos de la siguiente manera:

- ▷ De acuerdo al Impacto Total de cada metodología sobre el entorno se pudo determinar que la versión modificada resultaba siendo tan beneficiosa como lo perjudicial que resulta la vigente para el mismo, es decir, mientras que la Metodología actualmente implementada obtuvo una valoración negativa para el impacto causado por el conjunto de las acciones que la componen sobre el ambiente, la alternativa propuesta obtuvo como resultado una valoración de magnitud similar pero de naturaleza positiva para dicho Impacto total sobre el entorno. Esta comparación de raíz ya nos permite dimensionar cuán conveniente resulta una sobre la otra y lo adecuado que sería que se materialice dicho reemplazo.

▷ De acuerdo al primer ítem, mientras que en la Metodología vigente predominaron los impactos de naturaleza negativa sobre los factores ambientales individuales y varios de ellos obtuvieron valores asociados a importancias severos o críticas, en la Propuesta fueron mayoría los impactos positivos y se redujeron notablemente la magnitud de los que resultaron de naturaleza negativa con respecto al valor que habían obtenida en la primera.

▷ Mientras que los impactos que resultaron positivos en la Metodología actual beneficiaban únicamente a factores del Medio Socio-económico, en la Metodología modificada los mismos favorecían también a dichos factores pero el doble (de impactos positivos) correspondían a factores del Medio Físico (los cuales se veían perjudicados en la anterior).

▷ En lo que a los subsistemas respecta, se observó que todos ellos resultaron mucho más favorecidos por la Metodología propuesta que por la vigente que, como se comentó, solo favorecía a los factores del subsistema Socio-cultural y del Económico-poblacional perjudicando tanto a los del Medio Inerte (agua, suelo, aire) como a los asociados a la Biota y al Paisaje. En este punto es de destacar que, el paso de la aplicación de una metodología a la otra no solo implicaría la eliminación y/o disminución de estos perjuicios a los componentes del Medio Físico sino que, como se dijo, traería asociados notables beneficios en cuanto a su conservación, preservación, promoción y desarrollo.

▷ Por otra parte en lo que a las acciones o tareas hace lo primero que podemos decir es que, en la Metodología vigente la mayoría causan impactos negativos al Medio y, muchos de ellos, de magnitud elevada lo cual no solo se debe a lo que la misma implica sino a la frecuencia con la que se repite, lo que en la mayoría de los casos hace que el daño no solo se acentúe o incremente sino que se perpetúe, persista y/o haga definitivo. En lo que hace a las que conforman la Metodología modificada se puede observar una situación muy diferente: en su mayoría resultan en impactos positivos y, las que implican impactos negativos son de magnitud mucho menor que en la actual. Esto último se debe, en gran medida, a lo que recién mencionamos sobre la periodicidad con la que se efectúan las mismas: hay varias acciones comunes en ambas alternativas pero que, en la vigente se hacen de forma frecuente, varias veces al año, mientras que en la propuesta representan tareas realizadas para el reacondicionamiento inicial del camino y que luego ya no se repiten lo cual implica que los efectos asociados tengan lugar por única vez y posteriormente no se perpetúen sino que, en su lugar, puedan ser revertidos (ya sea naturalmente o con la intervención del hombre). También hay otras tareas de la Metodología vigente que directamente se eliminan o reemplazan por otras acciones más convenientes y/o menos invasivas en la versión modificada y algunas nuevas que se incluyen en esta última para preservar y promover a los distintos componentes del Medio Físico (sobre todo

a los bióticos que luego, mediante los servicios ecosistémicos que prestan, favorecerán también a los abióticos).

Lo que se propone es, en cierta medida, tomar como acciones de acondicionamiento inicial del camino a las tareas que hoy día engendran los trabajos principales del mantenimiento tradicional y darle dicho lugar de acciones principales del nuevo mantenimiento o, mejor dicho, manejo propuesto a las que hasta aquí se consideraban como complementarias. En consecuencia, también se modificarán las maquinarias protagonistas de la Metodología, reemplazándose la actual motoniveladora estrella del escuadrón por la, hasta entonces, muy poco usada cortadora de césped.

En suma, con todo lo dicho hasta aquí, nos encontramos en condiciones de concluir que los objetivos específicos propuestos al inicio se han podido alcanzar y satisfacer sobremanera en cada uno de los capítulos desarrollados y que también el objetivo general se ha logrado cumplir con resultados sumamente claros y prometedores para el futuro de los ecosistemas en los que se encuentran inmersos los caminos de calzada natural en cuestión, para el de estos mismos (al posibilitarse, mediante lo propuesto, un estado permanente mucho mejor que el que hasta la actualidad tienen) y para el de sus usuarios y la sociedad en general, ya que todos directa o indirectamente nos vemos afectados, en beneficio o en detrimento, por cómo se encuentran y las condiciones de transitabilidad que presentan, a las que se ven sometidas tanto las personas como las producciones que por estas vías se transportan.

Finalmente, nos queda solo expresar la gratitud de haber podido abordar esta problemática que no solo creemos tan primordial como olvidada sino que, a la vez, nos resulta muy cotidiana, parte del contexto en el que nos criamos y desarrollamos y, por tanto, al que en cierto modo nos debemos. Probablemente sea esta una de las causas que explican nuestro enorme compromiso con la cuestión, porque el hecho de conocerla de cerca hace que realmente sepamos de cada uno de sus detalles, implicancias y pormenores sin embargo, su importancia va mucho más allá y, en verdad, es de carácter fundamental, entre otras cosas y dejando a un lado por un momento lo ambiental, para la economía y el porvenir de la producción nacional. Por tal motivo nos sentimos muy conformes con el trabajo desarrollado y creemos que el mismo sienta las bases fundamentales para emprender dicha modificación metodológica y materializar un cambio de paradigma tan importante como fue, en este mismo rubro, el análogo del alambrado hacia adentro paso de la labranza convencional a la siembra directa. Promovemos desde nuestro lugar que se siga investigando sobre el tema, que se utilice este trabajo como punto de partida para la realización de otros relacionados a alguno de los infinitos puntos más pequeños que se han mencionado en el presente y que, de esta o cualquier otra forma, desde el sitio o posición

en el que cada uno se encuentre y pueda contribuir, trabajemos en pos de un mundo mejor, de un planeta más armonioso y sano para nosotros, los demás seres vivos y, sobre todo, para las generaciones futuras que, de algún modo, están en nuestras manos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Allem, A. (1997) *Hábitats al borde de la carretera: un eslabón perdido en la agenda de conservación*. Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1018574004711>

Asociación Argentina de Carreteras [AAC] (2018). *Manual de Caminos Rurales*. Recuperado el 7 de noviembre de 2022 de <https://www.aacarreteras.org.ar/pdfs/documentos-tecnicos/MANUAL-CAMINOS-RURALESe-book.pdf>

Bermúdez, G. - Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas [FIEL] (2012) *Documento de Trabajo N° 118: La Infraestructura vial en Argentina*. Recuperado el 10 de noviembre de 2022 de http://www.fiel.org/publicaciones/Documentos/DOC_TRAB_1352228843653.pdf

Berreta N., Consejo Vial Federal (2014) *Red vial Nacional*. Recuperado el 17 de enero de 2023 de http://cvf.gov.ar/red_vial_nacional.php

Berreta N., Consejo Vial Federal (2019) *Red vial Provincial*. Recuperado el 17 de enero de 2023 de http://cvf.gov.ar/red_vial_provincial.php

Borello, J. A. y González, L. (2021) *Caminos rurales: Argentina 1930 - 2020*. En Diccionario del Agro Iberoamericano, Editorial Teseo. Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://www.teseopress.com/diccionarioagro/chapter/caminos-rurales/>

Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina [FADA] (2017) *Caminos rurales en las provincias argentinas*. Recuperado el 7 de noviembre de 2022 de <https://fundacionfada.org/informes/fada-lanza-una-app-para-trasladarnos-mejor/>

Castagnino J., Castagnino L. y Zanini C. (2018) *Guía de Mantenimiento de Caminos Rurales*. Recuperado el 11 de enero de 2023 de http://www.castagninoingenieria.com.ar/guia_de_mantenimiento_de_caminos_rurales.pdf

Comité Técnico 2.5 Sistemas de caminos rurales y accesibilidad a las áreas rurales de la Asociación Mundial de la Carretera [PIARC] (2016). *Promover el mantenimiento sostenible de las redes de caminos rurales*. Recuperado el 20 de octubre de 2022 de:

<https://www.piarc.org/en/order-library/25094-en-Promoting%20sustainable%20maintenance%20of%20rural%20roads%20networks.htm>

Conesa Fernández - Vitora V. (2000). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 3era edición*. Recuperado el 31 de mayo de 2023 del Material de Cátedra de la Asignatura Gestión Ambiental I de la carrera Ingeniería Ambiental de la Pontificia Universidad Católica Argentina, Campus Rosario.

Costa D. y Casali. C. (2022) *Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad*. Asociación Argentina de Caminos Rurales Sustentables (AACRuS). Recuperado el 2 de febrero de 2023 de <https://www.aacrus.org.ar/libro/>

Depalma D., Mermoz M., Valverde A., Mufato N., Acosta A., Charnelli E., Blanco V. y Zilli C. (2016) *Bordes de caminos de la Pampa Deprimida como potenciales sitios de alimentación y nidificación de aves: un estudio de tres temporadas*. Recuperado el 2 de octubre de 2022 de https://www.researchgate.net/publication/318967745_Bordes_de_caminos_de_la_Pampa_Deprimida_como_potenciales_sitios_de_alimentacion_y_nidificacion_de_aves_un_estudio_de_tres_temporadas#fullTextFileContent

Devoto M. y Monasterlo M. (2016) *Polinización, los bordes de cultivo como refugio de biodiversidad*. Recuperado el 3 de octubre de 2022 de <http://sobrelatierra.agro.uba.ar/los-bordes-de-cultivo-como-refugio-de-biodiversidad>

Dirección Nacional de Vialidad, Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, (2007) *Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales*. Recuperado el 6 de junio de 2023 de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/seci_completo.pdf

Faigón M. (2016) *Causas y consecuencias de la disminución de polinizadores silvestres*. Recuperado el 25 de enero de 2023 de <https://www.conicet.gov.ar/causas-y-consecuencias-de-la-disminucion-de-polinizadores-silvestres/>

Fanelli, S. (2022). *Tesis de maestría vial: Sistema de Información Geográfica, de bajo costo, para una red de caminos comunales*. Recuperado el 2 de diciembre de 2022 de <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/24346/Maestr%C3%ADa%20en%20Ingenier%C3%ADa%20Vial.%20Fanelli%2C%20Sabrina.pdf?sequence=3>

- Ferreira, M. A. y Fanelli, S. (2020). *Desagües y drenajes: alcantarillas*. Material de cátedra Transporte II, Escuela de Ing. Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional De Rosario. Recuperado el 28 de diciembre de 2022.
- Herrera, L., Sabatino, M., Jaimes, F. y Poggio, S. (2017) *Una propuesta para valorar el estado de conservación de los bordes de caminos rurales en el sudeste bonaerense*. Recuperado el 2 de octubre de 2022 de http://hdl.handle.net/20.500.12110/ecologiaaustral_v027_n03_p404
- Herrera L., Jaimes F., Garavano M.E., Delgado S. e Ispizúa V. (2020). *Vegetación en bordes rurales de la región pampeana (Argentina): ¿una oportunidad para la conservación de pastizales?* Recuperado el 3 de octubre de 2022 de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11956860.2020.1735918?journalCode=teco20>
- Honorable Congreso de la Nación Argentina (2002). *Ley General del Ambiente N° 25675*. Recuperado el 29 de junio de 2023 de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25675-79980>
- Honorable Senado de la Nación Argentina. (2017). *Caminos rurales. Por un desarrollo rural en sentido amplio*. Recuperado el 10 de noviembre de 2022 de <https://www.senado.gob.ar/upload/23597.pdf>
- Keller G. y Sherar J. (2004). *Ingeniería de Caminos rurales: Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Administración de Caminos Rurales*. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb4.pdf>
- Leveau L. y Leveau C. (2011). *Uso de bordes de cultivo por aves durante invierno y primavera en la Pampa Austral*. Recuperado el 3 de octubre de 2022 de https://www.researchgate.net/publication/256374889_Uso_de_bordes_de_cultivo_por_aves_durante_invierno_y_primavera_en_la_Pampa_Austral?enrichId=rgreq-1548a618df64a58553d99e6697302d7b-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1NjM3NDg4OTtBUzo5Nzc1MjgzOTA5ODM3NkAxNDAwMzE3NTAxNjA0&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf
- López M. (2018) Especialista Vial, Vicepresidente de Infraestructuras CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. Presentación “Acción CAF: Vías rurales y adaptación al clima”.

- Manual Para Mejoramiento de Camino Rurales con el Uso de Mano de Obra Intensiva [MOI]* (2005). Programa de Apoyo al Sector Transporte [PAST], Mejoramiento de Caminos Rurales Danida - Las Segovias. Recuperado el 7 de noviembre de 2022 de <https://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/moi.pdf>
- Martino P. (2017). *Soluciones para mejorar el estado de los caminos rurales*. Diario La Capital. Recuperado el 12 de octubre de 2022 de <https://www.lacapital.com.ar/campo/soluciones-mejorar-el-estado-los-caminos-rurales-n1453598.html>
- Mermoz M., Depalma D., Valverde A., Gancedo J, y Charnelli E. (2017). *Evaluación de bordes de caminos como fuentes de recursos para las aves en la Pampa Deprimida*. Recuperado el 1 de octubre de 2022 de https://www.researchgate.net/publication/322209837_Evaluacion_de_bordes_de_caminos_como_fuentes_de_recursos_para_las_aves_en_la_Pampa_Deprimida
- Ministerio de la Nación Argentina (2019). *Caminos rurales y Seguridad vial*. Recuperado el 4 de octubre de 2022 de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ansv_guia_caminos_rurales.pdf
- Ministerio de Transporte de la Nación Argentina (2019). *Guía de Mantenimiento de Camino Rurales*. Recuperado el 12 de octubre de 2022 de <https://issuu.com/diegogiordano3/docs/guia-de-mantenimiento-de-crr>
- Montero G. (2008). *Comunidades de artrópodos en vegetación de áreas no cultivadas del sudeste de Santa Fe*. Recuperado el día 5 de octubre de 2022 de https://www.researchgate.net/publication/282186980_Comunidades_de_artropodos_en_vegetacion_de_areas_no_cultivadas_del_sudeste_de_Santa_Fe
- Moreno Montoya, L.F. (2022). *Repositorio: Carreteras Rurales de Bajos Volúmenes de Tránsito*. Recuperado el 23 de octubre de 2022 de <https://promitierra.org/repositorio-estado-del-arte-de-la-gestion-y-conservacion-de-carreteras-rurales-de-bajos-volumenes-de-transito/>
- Otero I., Cañas I., Esparcia P., Navarra M., Martián M. y Ortega Pérez E. (2006) *La carretera como elemento de valor paisajístico*. Recuperado el 19 de octubre de 2022 de https://www.researchgate.net/publication/26524673_La_carretera_como_elemento_de_valor_paisajistico_y_medioambiental_Captacion_del_valor_del_paisaje_a_traves_de_la_carretera?enrichId=rgreq-2ea9fb83dbeb7bdeac8302f1dd2603f1-XXX&enrichS

[ource=Y292ZXJQYWdlOzI2NTI0NjczO0FTOjk4NTU4MzM4NDA0MzUyQDE0MDA1MDk1NDcxODY%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf](https://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/topografia/perfil-transversal)

Perfil transversal (s.f.). En Diccionario de la Construcción. Recuperado el 1 de noviembre de 2022 de <https://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/topografia/perfil-transversal>

Pxhere, fotos libres de autor desconocido (2017). Recuperado el 10 de febrero de 2023 de <https://pxhere.com/es/photo/987878>

Secretaría de Agroindustria, Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación (2018). *Caminos Rurales, Boletín N° 3 Cambio Rural*. Recuperado el 10 de noviembre de 2022 de https://www.magyp.gob.ar/sitio/admin/apli_especial/correo/cambio_rural/boletin_03.php

Sili, M. (2007) *Infraestructuras Rurales en Argentina - Diagnóstico de Situación y Opciones para su Desarrollo* - Reporte N° 39493. Banco Mundial, región de América Latina y El Caribe. Recuperado el 7 de noviembre de 2022 de <https://www.bibliotecadgyt.uns.edu.ar/bib/11821>

Sun, R., Thompson, R.G., Duffield, C.F., & Hassall, K.P., (2010) *A GIS Approach to Pavement Management for Low-Volume Roads in Australia*. Proceedings of 31st Conference Australian Institute of Transport Research, University of New South Wales, Canberra Campus, pp. 13. Recuperado el 1 de noviembre de 2022 de https://minerva-access.unimelb.edu.au/bitstream/handle/11343/36320/272891_Ran%20Sun's%20Thesis-Final.pdf?sequence=1

Tolón Becerra A., Cervantes Villamuelas M y Gómez López E. (s.f.) *Consideraciones ambientales sobre proyectos de caminos rurales en Andalucía*. Recuperado el 22 de octubre de 2022 de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_1999_805_610_614.pdf

Vélez Toro E. (2013). *Manual de Buenas Prácticas de Rehabilitación y Conservación de Vías*. Recuperado el 23 de octubre de 2022 de <https://ingenieroeduardoveleztoro.blogspot.com/2013/08/manual-de-buenas-practicas-de.html>

- Vélez Urrego D. E., Muñoz E. y Moreno Montoya L. F. (2022). *Propuesta de Política Pública para la Gestión Sostenible de la Red Vial Municipal de Fundación ProMITIERRA*. Recuperado el 23 de octubre de 2022 de https://promitierra.org/propuesta-de-politica-publica-para-la-gestion-de-redes_viales_municipales/
- Weaver, W.E., Weppner, E.M. y Hagans, D.K., (2014) *Manual de caminos forestales y rurales: Una guía para planificar, diseñar, construir, reconstruir, mejorar, mantener y cerrar caminos forestales, Distrito de Conservación de Recursos del Condado de Mendocino, Ukiah, California*, Recuperado el 23 de noviembre de 2022 de: http://www.pacificwatershed.com/sites/default/files/manual_de_caminos_forestales_y_rurales_-_version_web_8222014.pdf
- Zeoli, L., Ferreyra, M. A. y Fanelli, S. (2018). *Elementos de la Sección Transversal: Material de cátedra Transporte II*, Escuela de Ing. Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional De Rosario. Recuperado el 4 de noviembre de 2022 de https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/pluginfile.php/295873/mod_resource/content/1/ELEMENTOS%20DE%20LA%20SECCI%C3%93N%20TRANSVERSAL%20-%20FCEIA%20-%20UNR.pdf

AGRADECIMIENTOS FINALES.

A mi familia y en especial a mi madre Estela y mi abuela Margarita, que fueron el pilar más importante todos estos años, que celebraron conmigo cada alegría, me contuvieron en cada momento de estrés, angustia, ansiedad o frustración y me acompañaron en los días más difíciles, quienes realmente hicieron posible mi llegada y estadía en la ciudad hasta el día de hoy.

A mis amigas y amigos, los que estuvieron desde el primer día y los que fui recolectando en el camino, que tantas veces creyeron más en mí que yo misma, que me dieron el aliento y el apoyo que necesitaba, que aceptaron cada respuesta de “no puedo, tengo que estudiar” ante sus invitaciones, que me alentaron en este último tramo a contraviento y están a mi lado cada día, celebrando mis avances como si fueran propios.

A mis “facuamigas” y en especial a la que más paciencia me tuvo y nunca jamás, desde aquel Febrero de 2016, me soltó la mano o me negó su oído, gracias Lucía por recordarme siempre que podía con todo.

A cada profe que me dejó una enseñanza, no sólo profesional sino de vida, a aquellos que me siguen saludando con un abrazo en los pasillos de la Universidad y también a los que en algún momento me complicaron los días, porque de ahí también aprendí que yo era más fuerte que cualquier obstáculo y que tarde o temprano, tal como lo hice, con esmero y de la mejor manera posible lo superaría. Agradezco especialmente a Ana Espinosa por haberme recibido estos últimos meses para responder, con gusto y un mate de por medio, a cada duda sobre el contenido de una de sus cátedras.

Párrafo aparte para dos personas que atesoraré en mi corazón para siempre, mi primera profe de matemáticas y tutora Alejandra Martos, que me vio llorar y “remarla en dulce de leche” desde aquel duro 2016 donde, de a ratos, el mundo se me caía a pedazos, que me sonrió asintiendo con su cabeza cada vez que me vio salir victoriosa de las dificultades que la vida me ponía o alcanzar cada meta que me proponía, que estuvo siempre presente desde Rosario, hasta Buenos Aires y Puerto Madryn, desde el salón de clases y su oficina de consulta hasta la fiesta de graduación que yo tanto quería, desde mi ingreso como estudiante hasta estos últimos meses en los que luché con todas mis ansias y fuerzas por el título que hace tanto tiempo merecía. Y, en segundo lugar, a Francisco Casiello, a quien conocí también en los primeros meses de aquel 2016 como Decano de la facultad de Química e Ingeniería y cada vez que concurrí a su oficina, ya sea por cuestiones personales o del Centro de Estudiantes en el que dos años invertí gran parte de mis energías, me recibió afectuosamente y con una enorme sonrisa, alguien que confió en mí plenamente

para todo lo que proponía y de quien siempre me llevé un consejo útil, unas palabras de aliento y grandes enseñanzas de vida.

A la Pontificia Universidad Católica Argentina como institución por recibirme a pesar de no tener las posibilidades económicas para costear la carrera en la misma, por reconocer mis méritos académicos y hacer posible llegar a esta meta becándome como premio a los mismos durante los 5 años que duró mi cursada.

Y, por último, a la Ing civil Sabina Fanelli, mi tutora externa de este trabajo final y sostén profesional desde hace tanto días, una excelente persona que me presentó la vida, gracias por tu compromiso desinteresado, por tu acompañamiento, por el tiempo invertido en esta tutoría y por confiar en mí también desde el primer momento en que nos contactamos hasta el último y tan esperado día.

A todos ellos y a cada persona que me apoyó en las dudas, me abrazó en las tristezas y brindó riendo conmigo en las alegrías. Gracias por estar a mi lado y creer en mí incluso cuando yo sentía que no podía.

Finalmente gracias a mi misma, por siempre encontrar fuerzas cuando ya no tenía, por seguir siempre adelante más allá de las dudas, por la constancia y la entrega absoluta, la disciplina de aquellos primeros 5 años, por el esfuerzo de dejar todo de lado por el cumplimiento de cada objetivo que me proponía, por la gestión del tiempo, los sentimientos y las emociones y la mirada puesta en la excelencia, por siempre dar todo y más, por madrugar y traspasar entre libros y apuntes tantos años, tantos días, por el amor y la pasión con la que preparé cada materia, por no rendirme jamás cuando algo se complicó o ciertos obstáculos aparecieron en la vida, por buscar siempre la manera de lograrlo y seguir adelante, por no detenerme nunca hasta llegar a la meta tan deseada y pretendida. Gracias a tu cabeza, tu corazón y tu alma puestas en este proyecto de vida, gracias por elegir enfocarte en una carrera tan bondadosa, mediante la cual uno también elige cómo serán a futuro sus días, trabajando a contracorriente por el bien del mundo, por la casa común de todos los vivientes que hoy la habitan y los que llegarán a ella algún día.

ANEXO FOTOGRAFICO.

Con el propósito de ilustrar todo lo que se ha ido desarrollando a lo largo del presente trabajo decidimos incorporar este Anexo Fotográfico; la idea es facilitar la comprensión y el correcto entendimiento de lo comentado, mayormente pensando en quienes esta realidad les es totalmente ajena o desconocida y no circulan asiduamente por este tipo de caminos.

Para empezar, incluimos algunas fotos en las que se pueden observar las consecuencias directas del manejo convencional, es decir, de la Metodología de Mantenimiento de Caminos Rurales vigente en nuestro país.

Figura 33.

Tramo de camino con remoción de cuneta a cuneta, en un ambiente de suelo salino-sódico que hace que el impacto de dicho movimiento sea aún mayor (Pearson, Buenos Aires). Las partículas quedan más dispersas y más susceptibles a la erosión (hídrica y eólica), no hay banquetas -mayores riesgos viales- y con una pendiente solo hacia la cuneta derecha donde se formarán los serruchitos.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 34.

Con el paso de los años se evidencia aún más la gravedad de las consecuencias de las remociones periódicas: los caminos, no solo se deforman y ahuellan, se vuelven canales entre los lotes linderos (Cruz Alta, Córdoba).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 35.

El resultado de sumar a las remociones frecuentes y a la extracción lateral, la aplicación de agroquímicos (herbicidas) en la zona de camino: en este caso se ha extendido por veredas, cunetas y banquetas en las que queda el suelo desnudo y subsisten solo las especies más resistentes (“malezas”).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 36.

Remociones frecuentes, extracción lateral y extensión del uso de agroquímicos en las veredas contiguas a los lotes de producción; el resultado: veredas desnudas donde solo subsisten las malezas que luego preocupa erradicar (pérdida absoluta de la vegetación nativa), erosión y pérdida progresiva del nivel de rasante lo que implica convertirlos en

caminos canales (profundidades mucho mayores a los terrenos laterales) y cada vez más inseguros.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 37.

Como si fuera una gran calicata, todo el perfil de suelo con sus horizontes a la vista como consecuencia de años y años de extracción lateral con retroexcavadoras para ir alteando la calzada que, a la inversa de lo pretendido, progresivamente al removerse fue perdiendo altura. Los postes y alambrados, al borde de quedar sin base.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 38.

Misma situación que en la foto 37 de ambos lados del camino: alambrados casi en el aire, caminos a metros de profundidad y no hay más material disponible para extracción lateral y alteo. El paso siguiente, el menos deseado por los propietarios perjudicados, la expropiación.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 39.

Otro camino cordobés en el que se observan las consecuencias de largos años de manejo tradicional basado en remociones frecuentes de lado a lado que dejan el escenario perfecto para la posterior erosión. Las banquetas con su suelo con pastos recién triturados y el nivel de rasante muy por debajo del que muestra el terreno natural.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 40.

Ahuellamientos (deformaciones longitudinales) y erosión eólica a la vista (nube de polvo), consecuencias directas del suelo suelto y desagregado producto del movimiento periódico del mismo. (Camino Ruta 18 - Arroyo del Medio).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 41.

Cunetas y veredas de marrón absoluto, “limpias” y sin restos de verde (vegetación) como se pregona en la Metodología vigente; sin embargo, este es el escenario perfecto para una excesiva erosión donde tanto agua como aire se van llevando continuamente el material. La flora y fauna del lugar, su preservación y desarrollo no entran ni siquiera en consideración.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

En segundo lugar, presentaremos un grupo de fotos que muestran la otra cara de la moneda, es decir, lo que se observa en aquellos tramos de caminos rurales en los que se están poniendo en práctica los principios y tareas que forman parte de la versión modificada de la metodología de manejo y mantenimiento de los mismos, lo que en nuestro país la Asociación AACRuS de la cual tomamos las fotos llama el “manejo sustentable”.

Figura 42.

Tramo de camino estabilizado desde hace años debido a que no se han realizado más remociones en su superficie y, por el contrario, se realiza algún agregado de material localizado en lugares puntuales donde ocurre algún ahuellamiento o hundimiento. De la calzada hacia afuera se mantiene la vegetación espontánea, lo cual no solo convierte a dichos laterales en corredores biológicos sino que disminuye notablemente la erosión y el arrastre de materiales desde la zona de circulación. (Sargento Cabral, Santa Fe).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 43.

La no remoción permanente del suelo junto al tránsito de vehículos favorecen y contribuyen a la estabilización y compactación del mismo lo que asegura la circulación y transitabilidad permanentes, ante cualquier tipo de condiciones meteorológicas. De ser necesario, se efectúa un agregado de materiales de bajo espesor en la parte que, por cierta razón, se hunda, ahuelle o deprima y en las banquetas se realiza un mantenimiento periódico con

cortadora de césped para garantizar una buena visibilidad y la seguridad vial de los usuarios mientras que, en las veredas, se conserva la vegetación espontánea. (Sargento Cabral, Santa Fe).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 44.

Camino que desde hace 40 años (1982), cuando un grupo de productores le agregó escoria sobre la calzada natural, no se mueve. En los puntos donde se requiere se agrega material y las banquetas se mantienen empastadas. Como puede observarse, al igual que como ocurre en la mayoría de los tramos privados de acceso a los campos, la calzada se encuentra prácticamente a nivel de los lotes linderos. (Pergamino, Buenos Aires).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 45.

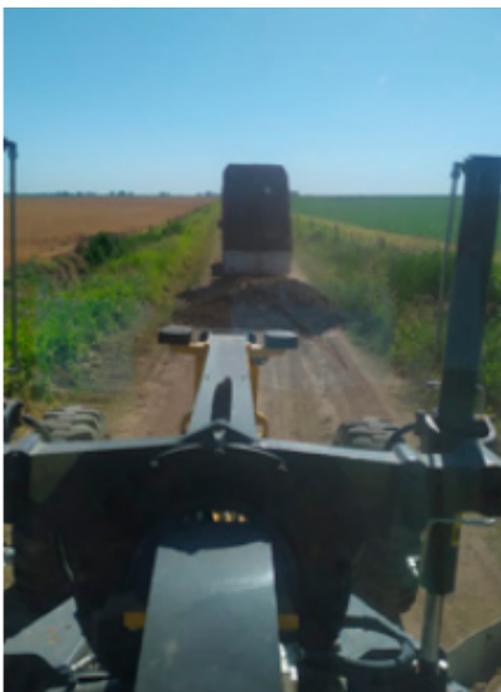
Un tramo de camino rural en el que se empezaron a llevar a cabo acciones asociadas a la nueva propuesta de manejo de los mismos: bacheo de zonas hundidas y/o de mayor ahuellamiento, en este caso, con tierra. En lugar de seguir removiendo, se deja el suelo firme debajo y se agrega material que luego se compacta para lograr una superficie lisa y adecuada que, con el paso del tiempo y el tránsito se afirme y compacte cada vez más.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 46.

En simultáneo a dejar de efectuar remociones de cuneta a cuneta y mover el suelo de un lado a otro y a permitir que el pasto vaya creciendo en los costados, se llevan adelante importantes trabajos de bacheo con agregado de materiales (también tierra en este caso) para nivelar los lugares más hundidos y ahuellados.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 47.

Trabajo de bacheo bien puntual y de pequeña escala, a diferencia del anterior, realizado de forma manual.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 48.

Leve borrado de huellas con motoniveladora (microcirugía) para dar adecuadas condiciones iniciales a la calzada de un camino que luego no se moverá más. En las banquinas, conservación del pasto cuyo crecimiento hacia el centro será limitado por el tránsito propiamente dicho y cuya altura se mantendrá con el paso de la cortadora periódicamente.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 49.

Tareas de bacheo en una zona de mayor extensión de una Ruta provincial de calzada natural (Albarellos, Santa Fe).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 50.

El antes y el después de un camino manejado en base a las técnicas de la Metodología modificada que se propone adoptar. Huellas (deformaciones longitudinales más precisamente) marcadas por el alto tránsito de camiones y vehículos de gran porte, en lugar de remover de lado a lado se conserva la vegetación en los laterales y se agrega material en las mismas, lográndose mejor transitabilidad sin demasiada intervención y con mayor seguridad vial.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 51.

Veredas, cunetas y banquetas completamente empastadas, manteniendo estas últimas con corte de pasto periódico para garantizar buena visibilidad y seguridad vial. Además de la

conservación de flora y fauna, se favorece un adecuado escurrimiento con baja erosión y preservación de las características naturales del suelo.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 52.

Camino de gran intensidad de tránsito y con excelente compactación garantizada por este último. Nuevamente banquetas, cunetas y veredas con vegetación, la cual se mantiene, en las primeras, con cortes periódicos.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 53.

Corte de pasto en banquina y cuneta y conservación de la vegetación espontánea en veredas.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 54.

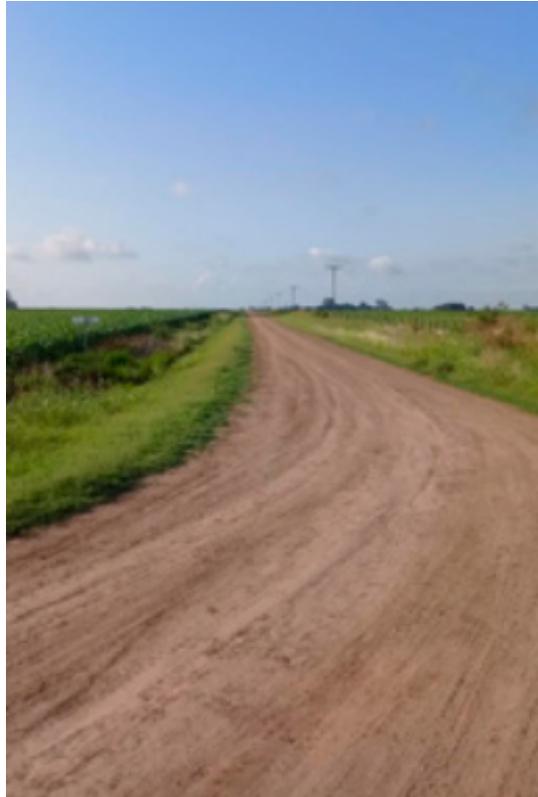
Calzada sin remoción, estabilizada mediante el agregado de escoria y banquetas empastadas.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 55.

Calzada compactada por el tránsito en una curva en la cual, gracias a tener las banquetas empastadas, no se producen los famosos “serruchitos” por erosión.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 56.

Calzada tan compactada por el tránsito que parece un pavimento, banquetas, cunetas y veredas con desarrollo de vegetación natural.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 57.

Camino de calzada natural que hace años no se mueve y se mantiene netamente con cortadora de césped. (Ruta Provincial N° 10-s, tramo Peyrano – Máximo Paz, Santa Fe).



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Continuando con las imágenes que testimonian visualmente a lo que se apunta con la alternativa propuesta, expondremos ahora algunas fotos tomadas afuera, en otros países, donde las prácticas que recomendamos adoptar forman parte del mantenimiento tradicional.

Figura 58.

Camino de bajo tránsito en el corazón maicero de los EE.UU. con el nivel de rasante de al nivel de los lotes, empastado y con materiales en las huellas, sin el famoso abovedamiento que en nuestro país parece indispensable lograr. (foto del año 1986).



Costa (1986) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 59.

Camino de bajo tránsito en Quebec, Canadá, donde el desarrollo de la vegetación no se limita y, como el camino nunca fue movido sino que se mantiene con agregado de materiales sobre su superficie en los puntos donde se necesita, conserva el mismo nivel de rasante que el resto del terreno natural (foto tomada en 2019).



Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 60.

Conservación y preservación de la vegetación nativa en las veredas y cunetas de los caminos de calzada natural en Quebec, Canadá.



Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 61.

Camino principal de Quebec, Canadá, sin remoción y con agregado de materiales en las huellas. Banquinas, cunetas y veredas siempre verdes, con vegetación espontánea. Además, como la rasante en los caminos se encuentra al nivel de los lotes, las alcantarillas solo se construyen para drenaje de los mismos y conducción de aguas.



Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figura 62.

Otro camino rural principal en Quebec, Canadá. Como puede verse, a pesar de sobrarles los recursos (por ser un país rico y desarrollado), las técnicas son netamente de conservación y no de remoción y reconstrucción y abovedamiento. Los caminos conservan la rasante del terreno natural debido a que, como no se removieron, no fueron perdiendo progresivamente material y, por tanto, altura. Sus banquetas, cunetas y veredas, siempre con vegetación natural, manteniendo las condiciones propias del ecosistema hasta donde más se pueda, con la menor intervención posible de sus características (tanto bióticas como abióticas) y logrando, en simultáneo, caminos de transitabilidad permanente y seguridad vial

garantizada. En las deformaciones, agregado de materiales, ya sea tierra, material granular o escoria.



Costa (2019) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figuras 63 y 64.

Dos fotos de un Camino rural del Estado de Missouri, tomadas en el año 2020. Calzada completamente compactadas, sin vestigio de remociones frecuentes y elevada erosión, con empastado de cunetas y banquetas y conservación de vegetación espontánea en las veredas. Perfiles semiplanos, con coronamiento sin abovedar, las alcantarillas mayormente se colocan en forma transversal al camino y las laterales que se emplean, de ser necesarias, son de poco diámetro, debido a que el camino se encuentra al mismo nivel de rasante que los lotes linderos.



Costa (2020) citado en Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Para concluir, exhibimos algunas tomas comparativas de ambas alternativas metodológicas:

Figuras 65 y 66.

Metodología vigente: remociones frecuentes, extracción lateral y eliminación de lo verde en todo el ancho de la zona de camino vs Metodología modificada -propuesta- : agregado de materiales, compactación y corte de paso en banquetas y cunetas.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figuras 67 y 68.

Metodología actual: movimiento de suelo de cuneta a cuneta, alteo y reconfiguración del abovedado y eliminación de lo verde vs Metodología propuesta: empastado de banquetas y cunetas, conservación de la vegetación espontánea en veredas, agregado de materiales en deformaciones y compactación.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Figuras 69 y 70.

Camino principal de Santa Teresa (Santa Fe) de conexión a la zona rural; con remociones frecuentes de cuneta a cuneta, con un ancho de calzada que no condice con el tránsito y sin banquetas, y con eliminación del verde (vegetación) hasta el límite con las veredas. Su nivel de rasante va bajando progresivamente.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)

Camino rural con un ancho de calzada determinado por el tránsito, en el cual se deja avanzar libremente el crecimiento de la vegetación desde las banquetas, cunetas y veredas, manteniéndose en las dos primeras con cortes periódicos. Las remociones de suelo fueron eliminadas del grupo de tareas rutinarias de mantenimiento y, en su lugar, se realizan microcirugías y bacheos localizados con agregado de materiales para eliminar las deformaciones, hundimientos y huellas que se puedan ir formando.



Libro Caminos Rurales, de la degradación a la sustentabilidad, AACRuS (2022)