

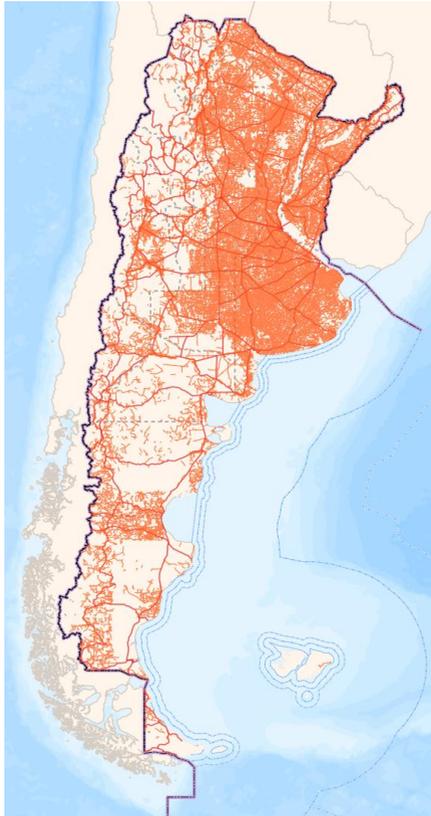
## **Anexo I**

### **Herramientas de Gestión y Planificación.**

Por los ingenieros Carlos Zanini, Juan y Leonardo Castagnino

#### **Plataforma Colaborativa**

Actualmente en Argentina la red de caminos rurales no es conocida con exactitud. Se estima que existen más de 400.000 km de caminos, de los cuales escasa información adicional existe que sea de acceso simple y público.



Se observa falta de caminos e información en la red caminera argentina

Sin embargo, los equipos de trabajo pertenecientes a distintos organismos encargados del mantenimiento de la red, gobiernos locales, Vialidades, comisiones y/o consorcios camineros, así como también, usuarios, vecinos etc. poseen información muy valiosa fruto de su experiencia y trabajo diario sobre el camino.

Si esta información fuera actualizada y de fácil acceso, su utilización sería beneficiosa a la hora de planificar la gestión de la red. También sería de utilidad para vecinos, transportistas y

CASTAGNINO – Av. de Mayo 1343 8° P OF.1 – Buenos Aires - Argentina - Tel 54-11-6091-1310 / Cel.11-6474-5992

e-mail: [castagninoleonardo@yahoo.com.ar](mailto:castagninoleonardo@yahoo.com.ar) [www.cstg.com.ar](http://www.cstg.com.ar)

usuarios al permitir conocer y actualizar el estado de transitabilidad del camino.

Los caminos de tierra o suelo natural, tienen la característica de verse muy afectados por el clima (lluvias) y el tránsito. Esto hace que su estado de transitabilidad y condición de sus obras de drenaje, posean una dinámica muy cambiante.

Caminos que en un momento determinado se encuentran en excelentes condiciones de transitabilidad, luego de una lluvia y tránsito indebido de vehículos, harán que el camino quede intransitable y demande trabajos adicionales al mantenimiento de rutina para que vuelva a ser transitable.



La Plataforma Colaborativa de Caminos Rurales fue desarrollada para cumplir dicha función. Es una herramienta práctica y fácil de usar que permitirá a cualquier usuario la carga y actualización de caminos.

La Plataforma permite la incorporación de datos en cada tramo. La cantidad de información que puede ser cargada en cada camino es muy variada y puede verse a continuación.

Edición activa		Edición activa	
Insertar   Editar   Borrar		Insertar   Editar   Borrar	
<b>Ubicación</b>		<b>Características del Camino</b>	
Jurisdicción IGN	Camino Terciario	Topografía	Llano
Provincia	Buenos Aires	Cota Roja	Positivo
Dpto.	General Juan Madariá	Calidad	Buena
Municipio	null	<b>Meteorología</b>	
Localidad	null	Lluvia	>1000 mm año
<b>Identificación de la vía</b>		<b>Hidráulica</b>	
Jerarquía	Terciario	Desagues Cuneta	Ambos laterales
Nombre local	039-01 La Salada	Desagues Alcantarillas	6
Nombre oficial	null	<b>Operacional</b>	
<b>Marco Legal</b>		Transito (TMA)	<30 veh dia
Jurisdicción	Municipal	Señales	null
Mantenimiento	Municipio	% Carga pesada	null
Norma	Ordenanza	Carga predominante	null
Nro	null		

Mucha de la información cargada en la Plataforma Colaborativa, puede posteriormente utilizarse para definir las cantidades de tareas y costos que demandara el mantenimiento de la red.

Edición activa	
Insertar   Editar   Borrar	
<b>Marco Legal</b>	
<b>Tramo del camino</b>	
Desde	null
Hasta	null
Ancho zona camino	30
Ancho calzada vial	10
Alambrado de campo	Si
Largo Tramo	22684 metros
<b>Superficie calzada</b>	
Tipo Sup.	Tierra
Transitabilidad	Transitable
Fecha	09 / 05 / 2019

Edición de caminos – Plataforma colaborativa

Toda esta información puede ser utilizada por la administración a la hora de definir sus propios planes de mantenimiento

CASTAGNINO – Av. de Mayo 1343 8° P OF.1 – Buenos Aires - Argentina - Tel 54-11-6091-1310 / Cel.11-6474-5992

e-mail: [castagninoleonardo@yahoo.com.ar](mailto:castagninoleonardo@yahoo.com.ar)   [www.cstg.com.ar](http://www.cstg.com.ar)

Algunos datos necesarios a la hora de definir los planes de mantenimiento de forma plurianual son:

- Longitud del camino
- Ancho de calzada
- Jerarquía o categoría del camino
- Cantidad de alcantarillas y/o puentes.
- Tránsito
- Cota roja
- Calidad del suelo
- Capacidad de drenaje
- Precipitaciones
- Estado de transitabilidad
- Material de la superficie de calzada
- Otros.

*Las metodologías de gestión y programación de tareas deberán realizarse en base a la experiencia y conocimiento local, ajustándose además, a la disponibilidad de equipos y capacidad real de cada administración.*

## **Tablas para la estimación de Presupuestos y Recursos**

A continuación presentamos tan solo un ejemplo de cómo puede utilizarse la Plataforma Colaborativa junto a herramientas de computación por demás conocidas, para establecer presupuestos y cantidad de tareas necesarias para el mantenimiento de rutina de una red de caminos de tierra.

La herramienta del ejemplo puede adaptarse a las metodologías, rendimientos y costos de tareas de cualquier

plan de mantenimiento planificado por una administración, cualquiera fuere su forma de organización.

Su objetivo es poder aproximar presupuestos de forma interanual, anual y/o plurianual, teniendo en cuenta la propia dinámica de la red de caminos de tierra y diversidad de formas de organización y topografía que existe a lo largo de país.

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CAMINOS DE TIERRA					
<b>PRESUPUESTO ACUMULADO</b>			Longitud total (km)	Costo por km anual	
			805	USD 716	
Periodo de analisis considerado				12	Meses
MANTENIMIENTO	Cantidad	Unidad	PRESUPUESTO	INCIDENCIA	
Bacheo	1285	m3	16.705	3%	
Perfilado	2870	km	275.520	48%	
Alteo	3810	m3	28.575	5%	
Riego	2380	m3	5.950	1%	
Control Malezas	32125	m2	14.456	3%	
Limp.cunetas	3665	m3	16.493	3%	
Limp.alcantarillas	197,5	U	128.375	22%	
Rep.Alcantarillas	79	U	83.740	15%	
Señalización	55	U	6.875	1%	
<b>TOTAL</b>			576.689	100%	

Programa en Excel – Estimación de presupuesto y tareas

El programa fue desarrollado de forma que el usuario pueda modificar los costos de cada tarea, así como también las frecuencias, cantidades de ejecución y rendimiento de equipos de trabajo, de modo de ajustar los planes de mantenimiento a la realidad de cada administración.

La herramienta funciona en formato Excel y permite la carga de hasta 50 tramos. En cada tramo, el usuario debe completar una serie de datos que pueden ser provistos por relevamiento o a través de la Plataforma Colaborativa en caso de haber sido actualizada la red del municipio en estudio.

DATOS DEL TRAMO	039-01 La Salada
Longitud (km)	22.7
Anchocalzada (m)	10
CotaRoja	Positiva
Capacidad de drenaje	Baja
Precipitaciones (mm anual)	>1000
Suelo	Bueno
Categoría	Terciario
Alcantarillas (u)	6
Señales (u)	No disponible
Aptitud Vial	Media

Carga de datos de cada tramo – Programa de Excel para presupuestos

El programa determina la aptitud vial del camino al considerar determinadas características que afectaran la capacidad del camino de soportar el tránsito y la respuesta de este frente a la acción del agua y las lluvias.

Definimos así la **Aptitud Vial** como la capacidad de un tramo de camino para el drenaje superficial y el soporte del tránsito.

Esta capacidad estará dependerá en gran medida de factores climáticos, calidad del suelo y la topografía en la zona de

CASTAGNINO – Av. de Mayo 1343 8° P OF.1 – Buenos Aires - Argentina - Tel 54-11-6091-1310 / Cel.11-6474-5992

e-mail: [castagninoleonardo@yahoo.com.ar](mailto:castagninoleonardo@yahoo.com.ar) www.cstg.com.ar

camino, además de la calidad y estado del sistema de drenaje del camino y su cota roja.

La herramienta del ejemplo determina la Aptitud Vial a partir del análisis de la Cota Roja, Calidad del Suelo, Capacidad de drenaje y Precipitaciones anuales en la zona del camino.

La aptitud vial es determinada a través de un simple proceso de puntuación de los factores antes presentados. El programa puede ser editado en su totalidad y el usuario podría adaptar los criterios de puntuación que determinan si un camino posee una aptitud vial Alta, Media o Baja.

La **Aptitud Vial** estará representada por un valor que surge de la sumatoria de los índices asignados al tramo, según su capacidad de drenaje, cota roja, tipo de suelo, etc. según lo descripto en párrafos precedentes.

Aptitud Vial	
8-10	Alta
4-8	Media
2-4	Baja

**Tabla 1**

A continuación podemos ver en tablas 2, 3, 4 y 5 el sistema de puntuación a través el cual el programa determina la aptitud vial. Estos factores también podrían ser modificados por el usuario.

	Tipo de Suelo		
Clasificación HRB	A1 – A3	A4 – A5	A6 – A7
Características generales	Bueno	Regular	Malo
Coeficiente	3	2	1

**Tabla 2**

	Capacidad de drenaje		
Valor	Alta	Media	Baja
Coeficiente	3	2	1

**Tabla 3**

	Precipitaciones anuales (mm)		
Valor	Y < 500	500 < Y < 1000	Y > 1000
Coeficiente	3	2	1

**Tabla 4**

	Cota Roja		
Valor	Positiva	Neutra	Negativa
Coeficiente	1	0	-1

**Tabla 5**

A partir de este análisis de la Cota Roja, la capacidad de drenaje, el régimen de precipitaciones y la calidad del suelo; se

CASTAGNINO – Av. de Mayo 1343 8° P OF.1 – Buenos Aires - Argentina - Tel 54-11-6091-1310 / Cel.11-6474-5992

e-mail: [castagninoleonardo@yahoo.com.ar](mailto:castagninoleonardo@yahoo.com.ar) www.cstg.com.ar

determina la **Aptitud Vial**. La intensidad de las tareas a ejecutar en cada camino dependerá del tránsito medido o de la categorización del camino y de la aptitud vial que resulte del análisis aquí propuesto.

A continuación podemos ver esta tabla en la hoja de cálculo: "Frecuencia de tareas". (Tabla 8). Esta tabla debe ser modificada por el usuario de modo de adaptarla a sus necesidades.

Los valores brindados fueron dados de forma representativa y deberán ajustarse a la realidad y experiencia de cada administración y su personal técnico. La utilidad del programa dependerá en gran medida del énfasis puesto por el usuario en la determinación de costos y rendimiento de los equipos de trabajo.

Se sugiere además la actualización de las frecuencias y cantidades de tareas mediante la utilización del método de calidad total PHVA, presentado en el Capítulo I.

Tareas	Aptitud		Jerarquía		
			Tercario	Secundario	Primario
	Alta	8-10	0.5	1	2
Bacheo	Media	5-8	1	2	3
m3	Baja	2-4	2	3	5
	Alta	8-10	1	2	8
Perfilado de calzada	Media	5-8	1	5	10

km	Baja	2-4	4	7	12
	Alta	8-10	2	4	7
Alteo	Media	5-8	3	5	10
m3	Baja	2-4	4	7	12
	Alta	8-10	1	2	4
Riego	Media	5-8	2	3	6
m3	Baja	2-4	3	4	8
	Alta	8-10	20	25	65
Control de malezas	Media	5-8	25	50	75
m2	Baja	2-4	35	75	100
	Alta	8-10	2	3	7
Limpieza de cunetas	Media	5-8	3	5	9
m3	Baja	2-4	4	7	12
	Alta	8-10	25%	25%	25%
Limpieza de alcantarillas	Media	5-8	25%	25%	25%
u	Baja	2-4	25%	25%	25%
	Alta	8-10	10%	10%	10%
Reparación alcantarillas	Media	5-8	10%	10%	10%
u	Baja	2-4	10%	10%	10%
	Alta	8-	10%	10%	10%

		10			
Reparación de señales	Media	5-8	10%	10%	10%
u	Baja	2-4	10%	10%	10%

**Tabla 8 - Cuadro de frecuencia anual de tareas**

Las cantidades de tareas propuestas de bacheo, alteo, riego, control de malezas y limpiezas de cunetas; no son cantidades que se realicen uniformemente en cada kilómetro de la red. Cada camino puede presentar distintas necesidades de dichas tareas, pero a los efectos de la estimación de presupuestos, el programa distribuye las cantidades a lo largo de toda la red.

En la práctica se observará que a lo largo del año, deberán realizarse en diferentes puntos de la red, tareas que de una manera u otra, incluyen el bacheo, alteo, riego, control de malezas y limpieza de cunetas.

Por otro lado, podemos observar que la limpieza de alcantarillas y/u obras de arte, presenta un valor del 25%. Este coeficiente debe interpretarse como una planificación plurianual, que prevé una limpieza total de las obras de arte de la red cada 4 años.

El programa devuelve una planilla con las cantidades de tareas y costos a ejecutar en cada camino

MANTENIMIENTO	Cant	Unidad	Precio USD	PRESUP.
Bacheo	23	m3	13	295
Perfilado	23	km	96	2179

Alteo	68	m3	7.5	510
Riego	45	m3	2.5	113
Control Malezas	567	m2	0.45	255
Limp.cunetas	68	m3	4.5	306
Limp.alcantarillas	1.5	U	650	975
Rep.Alcantarillas	0.6	U	1060	636
Señalización	0	U	125	0
<b>TOTAL</b>				<b>5271</b>

Planilla de que entrega el Programa Excel para estimación de presupuestos

Como ejemplo, se muestra la hoja de cálculo “presupuesto acumulado”, donde se muestran las tareas y los costos a ejecutar en una red de caminos de tierra de 730 km de largo; con 140 km de caminos primarios, 190 km de caminos secundarios y 400 km de caminos terciarios. La red cuenta con 790 obras de arte y 550 señales de tránsito.

Tareas	Cant	U	Presup.	%
Bacheo	1285	m3	16,705	3%
Perfilado	2870	Km	275,520	48%
Alteo	3810	m3	28,575	5%
Riego	2380	m3	5,950	1%
Control Malezas	3212 5	m2	14,456	3%
Limp.cunetas	3665	m3	16,493	3%
Limp.alcantaril.	197.5	U	128,375	22%

Rep.Alcantarillas	79	U	83,740	15%
Señalización	55	U	6,875	1%
TOTAL			576,689	100%

Longitud total (km)	Costopor anual	km
805	USD 716	

Finalmente, en la hoja de cálculo "estimación de recursos", el programa presenta la demanda de cuadrillas de trabajo para el plan de mantenimiento del ejemplo considerado.

Tareas	Rend. de cuadrilla	Días necesarios	Cuadrillas necesarias
Bacheo	150 m3/día	8.6	0.06
Perfilado	3.5 km/día	820.0	5.47
Alteo	300 m3/día	12.7	0.08
Riego	130 m3/día	18.3	0.12
Control Malezas	2000 m2/día	16.1	0.11
Limp.cunetas	280 m3/día	13.1	0.09
Limp.alcantarilla	2 u/día	98.8	0.66
Rep.Alcantarilla	1 u/día	79.0	0.53
Señales	3 u/día	18.3	0.12

En la práctica se observa que los equipos de trabajo cuentan con varios equipos de perfilado y luego una cuadrilla formada

por auxiliares/ayudantes y maquinistas que tienen a su disposición una gran variedad de equipos y herramientas menores para realizar el resto de tareas.

Podemos ver que para el ejemplo propuesto vamos a necesitar 5.47 cuadrillas de perfilado. Si sumamos la demanda de cuadrillas de las tareas restantes, tendremos una ocupación de cuadrilla mayor a 1. (1.77 en el ejemplo).

Es decir que para el plan de mantenimiento anual propuesto, necesitaremos al menos 6 equipos de perfilado y 2 cuadrillas para completar el resto de tareas.

Necesitar más cuadrillas de trabajo significa que debemos aumentar la capacidad y rendimientos de nuestros equipos o reducir la cantidad de tareas planificadas. A partir de este análisis, puede estudiarse la posibilidad de ajustar los planes plurianuales o subcontratar la realización de algunas de las tareas, de modo de cumplir con el plan de mantenimiento propuesto.

*La utilización combinada de la Plataforma Colaborativa con este tipo de herramientas de amplia difusión como puede ser elExcel, puede facilitarla gestión de recursos y planificación teniendo en cuenta la dinámica cambiante que caracteriza a los caminos de tierra mencionada anteriormente.*

## **Priorización**

El siguiente es un método que se puede utilizar para determinar el orden de prioridad de intervención en los distintos tramos de una red de caminos rurales para la toma de decisiones. El programa solicita al usuario el ingreso de datos respectivos a cada camino, como la longitud, la población en la zona de

influencia, el área explotable, centros de salud y educación; y datos relacionados al tránsito y categorización de cada camino.

A partir de estos datos el programa determina el Índice Potencial de Crecimiento (IPC), que puede resultar útil a la hora de definir alternativas de mejoras u obras de construcción, de forma de asignar recursos a aquellos caminos que tengan una mayor importancia relativa en términos de conectividad y producción.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
		Población			Centros de Salud			Centros de educación			Area explotable Ha x 1000			Uso del Suelo		Tránsito			Importancia		
Nomb.	Long	Hab	Fact	Valor	Cant	Fact	Valor	Cant	Fact	Valor	Cant	Fact	Valor	Valor	IPC - 0	TMDA	Factor	IPC - 1	Orden	Factor	IPC
A48b	2	30	0,15	4,5	1	0,11	0,11	0	0,11	0	0,5	0,14	0,07	4,68	2,34	<30	1	2,34	Primario	1,2	2,81
B79c	2	120	0,6	72	0	0,11	0	1	0,11	0,11	2	0,57	1,14	73,25	36,6	30<x<100	1,15	42,2	Secundario	1,1	46,4
f18j	5	50	0,25	12,5	0	0,11	0	2	0,11	0,22	1	0,29	0,29	13,01	2,6	x>100	1,25	3,28	Terciario	1	3,28

- A Nombre del camino
- B Longitud del camino en Km
- C Población en la zona de influencia del camino, en número de habitantes
- D Factor de ponderación de población =  $CI / \text{Sumatoria de } CI$
- E Valor ponderado de población =  $C \times D$
- F Cantidad de Centros de Salud en la zona de influencia del camino
- G Factor de Ponderación de Salud =  $FI / \text{Sumatoria de } FI$
- H Valor Ponderado de Salud =  $F \times G$
- I Cantidad de Centros de Educación en la zona de influencia del camino
- J Factor de Ponderación de Educación =  $II / \text{Sumatoria } Ii$
- K Valor ponderado de Educación =  $I \times J$

- L Área Explotable en la zona de influencia del camino, expresado en miles de hectáreas
- M Factor de Ponderación del Área Explotable =  $LI / \text{Sumatoria de LI}$
- N Valor ponderado del área explotable =  $M \times L$
- O Valor Ponderado del uso del suelo =  $N + K + H + E$
- P Índice Potencial de Crecimiento <Preliminar 0> =  $O/B$
- Q Transito medio diario anual en el camino,  $x < 30$ ;  $30 < x < 100$ ;  $x > 100$
- R Factor aplicado según el transito medido.
- S Índice Potencial de Crecimiento <Preliminar 1> =  $P \times R$
- T Clasificación correspondiente a la Importancia Relativa del camino. Primario, secundario y terciario.
- U Factor adoptado según la Importancia Relativa del camino.
- V Índice Potencial de Crecimiento <IPC> =  $S \times U$

## Seguimos avanzando

La Plataforma Colaborativa es una herramienta en constante evolución y desarrollo, que con el correr del tiempo irá incorporando funciones y herramientas abiertas a todos los usuarios.

- Posibilidad de incorporar puntos geográficamente, como alcantarillas, establecimientos, lugares problemáticos y/u otros puntos de interés.
- Posibilidad de visualizar caminos de acuerdo a determinados parámetros de búsqueda. Por ejemplo, que el usuario identifique en pantalla todos los caminos de acuerdo a determinada categoría o estado de transitabilidad.
- Introducir un sistema de alertas que permita a la administración, definir un plan de acción ante situaciones extraordinarias que puedan presentarse en la red.