

COSFER: Modelo de Estimación de **Costos** **Ferrovianos** de Carga

Versión 3





CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	6
Antecedentes	6
El COSFER	7
CAMBIOS EN LA VERSIÓN 3	8
Ingreso de Datos - Fecha de cálculo y Registro de cálculos	8
Ingreso de Datos - Ciclo de rotación	8
Ingreso de Datos - Tipo de carga	10
Ingreso de Datos - Mejoramiento de vías	10
Parámetros - Actualización de precios y salarios	11
A. <i>CAMBIOS EN LA VISUALIZACIÓN Y OPCIONES</i>	11
B. <i>ÍNDICES</i>	11
C. <i>SALARIOS</i>	12
D. <i>MATERIALES</i>	12
E. <i>EDIFICIOS</i>	12
F. <i>EQUIPOS</i>	12
Mejoramiento	13
Resultados	14
Registro	15
CONSIDERACIONES GENERALES	17
COSTOS DE MOVILIDAD	25
Introducción	25
Combustible y Lubricantes	26
Reparación y Mantenimiento del Material Rodante	27
CAE del Material Rodante	27
Salarios del Personal	28
Otros Gastos de Personal	29
Movilidad del Personal de a Bordo	29
Seguros	29
Seguridad	30
Máquinas y Herramientas	30



Inmuebles	30
Impuestos y Tasas Municipales	31
Peajes	31
Gastos Generales	31
Impuestos Nacionales y Provinciales	32
COSTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA	33
Tipos de Intervención	33
Renovación	33
A. RELEVAMIENTO, PROYECTO EJECUTIVO Y REPLANTEO	34
B. DESBOSQUE – DESTRONQUE -LIMPIEZA DE ZONA DE VÍA	34
C. DESARME, RETIRO Y CLASIFICACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE	34
D. TRATAMIENTO DE LA PLATAFORMA, INCLUYENDO TRATAMIENTO DE SUELO	34
E. COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL	34
F. PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE BALASTO Y LEVANTES	34
G. ARMADO Y MONTAJE DE VÍA NUEVA	35
H. SOLDADURAS	35
I. LIBERACIÓN DE TENSIONES	35
J. TERMINADO MECANIZADO	35
K. LIMPIEZA DE DESAGÜES	35
L. PRECIO DE RENOVACIÓN	36
M. VARIABLES PARA LA ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE UNA RENOVACIÓN	36
Mejoramiento Pesado	37
A. RELEVAMIENTO, PROYECTO EJECUTIVO Y REPLANTEO	38
B. LIMPIEZA DE ZONA DE VÍA – DESMALEZADO	38
C. CAMBIO DE FIJACIONES	38
D. CAMBIO DE DURMIENTES CON FIJACIONES ELÁSTICAS TIPO PANDROL GAUGE LOCK	38
E. TRATAMIENTO DE JUNTAS	38
F. TRATAMIENTO MECANIZADO PESADO CON APORTE DE BALASTO 1000 TN/KM	39
G. DESPUNTE DE RIELES	39
H. SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA	39
I. CAMBIO DE RIELES	39
Mejoramiento Liviano	40
Mejoramiento Semi Pesado	40
Costo específico de la Infraestructura	40



COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA	42
Tipos de Mantenimiento	42
MA1 - Manual con personal propio	42
MA2 - Manual con personal contratado	43
ME1 - Mecanizado en durmientes de madera	43
ME2 - Mecanizado en durmientes de hormigón	44
PRÓXIMOS PASOS	45
BIBLIOGRAFÍA	45



INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Existe una gran cantidad de crónicas, estudios, análisis o investigaciones sobre el sistema ferroviario en Argentina. Dentro de este vasto conjunto de trabajos, si bien el grueso dedicado a los servicios de pasajeros, se destacan tres temáticas: la histórica, la ingenieril y la que analiza las posibilidades del ferrocarril de captar tráficos carreteros.

Sin embargo, a pesar de ser sujeto de muchos análisis sobre las posibilidades de derivación desde el modo carretero, son muy pocos los que trabajan específicamente el tema de costos de producción de servicios ferroviarios de carga.

Por diferentes motivos, cuando se trata de costos, en general se abordan los costos operativos, aun tratándose de explotaciones integradas verticalmente, y muy rara vez se estiman los costos relativos al “consumo” de la infraestructura. De esta forma, por la escasa (o casi nula) existencia de material bibliográfico, cada vez que se encara desde el Sector Público o desde el sector académico una tarea de estimación de costos, aún en el caso de tratarse de los operativos, se empieza desde “cero”.

La bibliografía pública referida a estructuras de costos y metodologías de estimación de costos de servicios de transporte es ínfima, poco confiable y no periódica más allá del sector en cuestión, con algunas pocas excepciones. Entre estas se encuentran algunas actividades reguladas como los servicios públicos de transporte automotor urbano y suburbano de pasajeros.

Pero también se puede encontrar bibliografía sobre costos, e incluso esquemas de estimación de costos de producción entre las cámaras de representantes de empresas operadoras privadas de carga que acuerdan en dar a publicidad sus costos como una herramienta para la negociación de los precios por los servicios (por ejemplo, en el ámbito del transporte carretero de cargas como la Cámara de Operadores Logísticos CEDOL, la Cámara Argentina del Transporte Automotor de Mercancías y Residuos Peligrosos CATAMP, FADEEAC, CATAAC, etc.).

En todos los casos se trata de modelos que tienen la vigencia de la estructura organizativa de la empresa usada como base y no reconoce diferencias en materia de topografía, superficie de rodamiento, diferentes organizaciones empresarias, etc.

Por fuera de sectores del transporte, en nuestro país varios han sido los intentos gubernamentales de estimar costos de producción de diversos sectores económicos y la metodología de estimación ha sido siempre la misma: la fuente fueron las mismas empresas con el compromiso de confidencialidad de la información.



El COSFER

El **Modelo de Estimación Costos Ferroviarios de Carga (COSFER)** trata de llenar ese vacío existente por parte del Sector Público en la actividad ferroviaria y pretende transformarse en material de trabajo para las tareas que este encare.

El trabajo incluyó el relevamiento de la bibliografía disponible sobre la temática y una serie de entrevistas a especialistas del sector¹ y visitas de campo.

El modelo fue desarrollado en Microsoft Excel y es un instrumento que permite simular distintos escenarios de operación de transporte ferroviario de cargas. A partir de la determinación de ciertos datos básicos el modelo calcula en forma dinámica los costos asociados, discriminados en tres grupos:

- ❖ **Costos de Movilidad:** se refiere al costo específico de transporte, al costo de “mover” el tren.
- ❖ **Costos de Inversión en Infraestructura de vía:** se refiere a trabajos de renovación o de mejoramiento de la vía, e intervenciones en obras de arte, pasos a nivel y aparatos de vía.
- ❖ **Costos de Mantenimiento de la Infraestructura de vía:** se refiere a los trabajos de mantenimiento de la infraestructura, que pueden ser manuales o mecanizados.

Esquemáticamente, el primero de los costos (movilidad) responde al esquema tradicional de los cálculos de transporte ferroviario y se corresponde con los que enfrentaría una empresa que no es responsable de la infraestructura. Los dos últimos agrupamientos son los que enfrentaría la empresa responsable de la infraestructura. En otras palabras, el COSFER se elaboró teniendo en cuenta la posibilidad de la operatividad ferroviaria en un esquema como el actual o uno de “acceso abierto”.

Los costos resultantes están expresados en pesos y dólares por tonelada-kilómetro (la tonelada-kilómetro es la Unidad de Tráfico -UDT- del modelo), al nivel de precios de la fecha seleccionada por el usuario, desde Dic-2016 a Mar-2019.

Con respecto al archivo Excel, en primer lugar **deben habilitarse todas las macros**, de otra forma no se podrá ejecutar el modelo.

A continuación se presenta, en primer lugar, un resumen con las modificaciones realizadas en esta tercera versión. Luego siguen unas breves consideraciones generales. Finalmente, en las secciones siguientes se especifican los supuestos asociados al cálculo de cada uno de los rubros que componen dichos agrupamientos de costos.

¹ Jorge Kohon - Alberto Muller - Juan Pablo Martínez - Néstor Luzuriaga - Mariano Gentile - Horacio Faggiani - Horacio Cecchino - Fernando Jurado - Gonzalo García - Rodrigo Ceballos - Gustavo Romera - Adrián Navarro - Marcelo Perichón - Emilio Álzaga - Rodolfo Huici - Alejandro Felizia - Martín Debony - Guillermo de Villafañe - Jorge Waddell



CAMBIOS EN LA VERSIÓN 3

Ingreso de Datos - Fecha de cálculo y Registro de cálculos

Se introduce una pestaña que permite seleccionar la fecha de cálculo desde la publicación del COSFER (dic-2016) hasta las actualizaciones que se vayan realizando. En esta versión, mar-19.

Además, se cambia la consola de opciones en la parte superior, permitiendo acceder a un registro de resultados, donde se almacenan por fecha los distintos cálculos que hubiere realizado el usuario.

La nueva solapa se coloca en el margen superior derecho, quedando de la siguiente manera:



Ingreso de Datos - Ciclo de rotación

El ciclo de rotación está compuesto de las siguientes etapas:

- Vacío en tránsito (tiempo de viaje)
- Cargado esperando remolque (tiempo esperando locomotora)
- Cargado en tránsito (tiempo de viaje)
- Vacío no ordenado (tiempo esperando destino)
- Vacío ordenado (esperando locomotora)
- Vacío en espera de carga (esperando que el cliente comience a cargar)
- Vacío a la carga (tiempo de carga)
- Cargado esperando descarga
- A la descarga (tiempo de descarga)

Los primeros cinco dependen de la empresa de transporte y los últimos del cliente.

Conociendo el ciclo de rotación, la carga a transportar, la carga media por vagón y la distancia media se puede obtener el parque necesario para llevar a cabo la operación de transporte.

Debido a todas las variables que integran el ciclo de rotación, es posible que en la estimación de costos, el operador del COSFER necesite variar esos ciclos, principalmente en relación a las esperas en origen y destino.

Es por esto que se programan tres posibles ciclos de rotación:

- ❖ Por defecto: es el ciclo máximo de rotación en función de la carga a transportar en todo el año y los km a recorrer. Itera hasta alcanzar un ciclo de carga que coincida con el promedio de los datos brindados por los operadores. Es la forma en que se determinaba en el COSFER v2.
- ❖ Global: permite introducir, dentro de un rango, un ciclo de rotación manualmente.

- ❖ Personalizado: admite la modificación del tiempo en horas de espera en cabecera, tanto para carga como para descarga. Luego, con la velocidad promedio y la longitud del tramo se calcula el tiempo medio de viaje y se suma a los tiempos de carga y descarga para tener un ciclo de rotación.

Es menester señalar que, al seleccionar alguna de las dos últimas opciones, los valores que se introduzcan se encontrarán limitados de acuerdo a la razonabilidad del ciclo de rotación resultante, lo que será advertido por el sistema en ese caso.

De esta manera, si los km recorridos anuales por vagón son muy altos respecto de la experiencia de las concesionarias, el programa emite un aviso de advertencia, y donde se carga el ciclo de rotación, se sugiere aumentar el ciclo (para bajar los km totales).

El máximo sugerido es 60.000 km en base a lo informado por los concesionarios, dado el estado actual de la infraestructura. No se establece un límite inferior porque se observan vagones con apenas 4000 km anuales.

No obstante ello, si el valor se encuentra entre 60.000 km y 100.000 km, se coloca dicha advertencia para aumentar la rotación, pero se permite el cálculo, ya que no hay una imposibilidad técnica de aumentar los km anuales de los vagones, sino que es una cuestión de demanda y operación que se podría modificar. Sí se coloca, en cambio, un límite superior en 100.000 km, por considerar que valores más altos pueden no ser compatibles con las características de las líneas de carga actuales, aún si mejoraran las condiciones de infraestructura y operación. Para este límite se coloca un mensaje de error y no se realiza ningún cálculo. Un cuadro de texto en rojo advierte esta situación.

Se colocan las opciones como una botonera, y a cada una se le asigna una macro que esconde y muestra barras para no permitir movimientos incompatibles con las distintas opciones. A continuación se presentan ejemplos en cada caso, para una misma velocidad de circulación.

CICLO DE ROTACIÓN			
Recorrido medio anual por vagón	39.901	km	
<input checked="" type="radio"/> Por defecto <input type="radio"/> Global <input type="radio"/> Personalizado	6,2	días	
Espera en Origen	-	Horas	
Espera en Destino	-	Horas	

CICLO DE ROTACIÓN			
Recorrido medio anual por vagón	30.996	km	
<input type="radio"/> Por defecto <input checked="" type="radio"/> Global <input type="radio"/> Personalizado	8,0	días	< [barra] >
Espera en Origen	-	Horas	
Espera en Destino	-	Horas	

CICLO DE ROTACIÓN			
Recorrido medio anual por vagón	45.960	km	
<input type="radio"/> Por defecto <input type="radio"/> Global <input checked="" type="radio"/> Personalizado	5,4	días	
Espera en Origen	62	Horas	< [barra] >
Espera en Destino	46	Horas	< [barra] >

Ingreso de Datos - Tipo de carga

Se asocia cada tipo de producto a un vagón determinado, con su tara y capacidad de carga máxima. Luego se pondera la cantidad de tn de cada tipo de producto por la correspondiente capacidad, y se obtiene una carga media con la que se realizan los cálculos.

Se introduce (a) la posibilidad de que un % de viajes vuelvan con carga y (b) que en función de las tn/eje se limite o aumente (hasta la capacidad máxima de cada vagón), la carga transportada en cada viaje. Esto último, cambia la cantidad de vagones anuales necesarios por las distintas capacidades de cada tipo de vagón, Lo que no ocurría en COSFER V2 dado que se tomaba un único valor de 50 tn netas.

Estas modificaciones se observan en "Inicio de datos" y en "Parámetros":

CAPACIDAD PORTANTE DE LA VIA	18	ton/eje	<		>
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	20	Km/hora	<		>
VAGONES POR TREN	40	Unidades	<		>
PROPORCIÓN DE VIAJES DE RETORNO CON CARGA	0	%	<		>

Carga bruta Vagón Refrigerado	tn	80	80
Carga bruta Vagón Tolva grano	tn	80	80
Carga bruta Vagón Tolva minero	tn	80	80
Carga bruta Vagón Tanque	tn	80	80
Carga bruta Vagón PC - Plataforma	tn	80	80
Carga bruta Vagón Varios	tn	80	80
Carga bruta Vagón 7	tn	0	0
Carga bruta Vagón 8	tn	0	0
Tara Vagón Refrigerado	tn	30	30
Tara Vagón Tolva grano	tn	24	24
Tara Vagón Tolva minero	tn	22	22
Tara Vagón Tanque	tn	27	27
Tara Vagón PC - Plataforma	tn	20	20
Tara Vagón Varios	tn	30	30
Tara Vagón 7	tn	0	0
Tara Vagón 8	tn	0	0
Recorrido anual por vagón Refrigerado	km	25.000	25.000
Recorrido anual por vagón Tolva grano	km	40.380	40.380
Recorrido anual por vagón Tolva minero	km	31.555	31.555
Recorrido anual por vagón Tanque	km	21.412	21.412
Recorrido anual por vagón PC-Plataforma	km	30.727	30.727
Recorrido anual por vagón Varios	km	28.067	28.067

Para el cálculo de la carga neta por vagón. Se compara:

(a) el máximo de carga neta (bruta menos tara) según las especificaciones técnicas de cada vagón (FUENTE: Ferrosur Roca - <http://www.ferrosur.com.ar/parque-vagones.html>) y

(b) la diferencia entre la carga bruta máxima según las toneladas por eje admisibles en la vía, menos la tara del vagón.

Luego se elige el menor valor entre (a) y (b)

FUENTE: Promedios realizados con datos de NCA 2015 - FEPSA 2015 - FERROSUR 2013

Ingreso de Datos - Mejoramiento de vías

Se permite definir un porcentaje de mejoramiento de manera manual, y se coloca un vínculo al vector de mejoramiento para que lo defina el usuario.

Fueron cargados algunos valores por defecto para evitar errores si el usuario no ingresa ningún valor. Mediante otro vínculo se vuelve al menú de ingreso de datos.



Parámetros - Actualización de precios y salarios

A. CAMBIOS EN LA VISUALIZACIÓN Y OPCIONES

Se coloca una columna con los valores base (dic-16) y otra con los valores actualizados al mes seleccionado. En una tercer columna se permite actualizar los valores a la fecha de cálculo (si se coloca la opción “Sí”) o tomar el valor de la columna “Valor base o ingresado manualmente” (si se coloca la opción “No”).

De esta manera se pueden usar los valores de dic-16, de cualquier mes siguiente (hasta mar-19), y también valores particulares definidos por el usuario. Esta última opción permite variar valores de a uno, por lo que habilita a combinar información propia del usuario con el resto de los datos definidos por el COSFER.

La visualización queda de la siguiente manera:

Valor utilizado en los cálculos (valor base, el de la fecha seleccionada o el definido por el usuario)

Valor base (dic-16), o bien, celda para que defina el usuario

Solapa que permite utilizar el valor que corresponde a la fecha de cálculo, si está en “sí”, o al valor base o al ingresado manualmente, si está en “no”.

RUBRO	CONCEPTO	UNIDAD	VALOR UTILIZADO	VALOR BASE O INGRESO MANUAL	ACTUALIZA?	OBSERVACIONES
	Conductor (salario bruto anual)	S/año	\$ 1.118.480	\$ 637.173	Si	Corresponde a NCA (convenio vigente al 31/12/2016). Actualizado según convenios hasta el vigente (dic-18 a abr-19)
	Ayudante Autorizado (salario bruto anual)	S/año	\$ 989.895	\$ 567.663	Si	
	Ayudante Conductor (salario bruto anual)	S/año	\$ 888.928	\$ 512.916	Si	
	Auxiliar de tráfico (salario bruto anual)	S/año	\$ 589.507	\$ 348.175	Si	
	Ayudante de tráfico (salario bruto anual)	S/año	\$ 606.202	\$ 357.149	Si	
	Operador de tráfico (salario bruto anual)	S/año	\$ 659.173	\$ 385.456	Si	
	Coordinador de tráfico (salario bruto anual)	S/año	\$ 691.000	\$ 402.569	Si	
	Coordinador de tráfico A (salario bruto anual)	S/año	\$ 765.328	\$ 442.326	Si	
	Peón general (salario bruto anual)	S/año	\$ 554.204	\$ 329.226	Si	
	Ayudante taller/medio oficial de taller/ayudante mecánica (fpsa) (salario bruto anual)	S/año	\$ 652.841	\$ 381.881	Si	
	Oficial C de taller (salario bruto anual)	S/año	\$ 695.020	\$ 404.662	Si	
	Oficial B mecánico/electricista (salario bruto anual)	S/año	\$ 756.793	\$ 437.419	Si	
	Oficial A electromecánico (salario bruto anual)	S/año	\$ 839.743	\$ 481.163	Si	
	Auxiliar administrativo (salario bruto anual)	S/año	\$ 554.204	\$ 329.226	Si	
	Auxiliar administrativo de 1era (salario bruto anual)	S/año	\$ 602.460	\$ 355.160	Si	

Además, se coloca un botón que permite volver a los valores por defecto:

B	C	D	E	F	G
RENDIMIENTOS, CONSUMOS ESPECÍFICOS Y PRECIOS	INICIO	INGRESO DE DATOS	RESULTADOS	REGISTRO	Resetear valores base
RUBRO	CONCEPTO	UNIDAD	VALOR UTILIZADO	VALOR BASE	ACTUALIZA?

B. ÍNDICES

Se utilizan los siguientes índices que van a ayudar a la actualización periódica de precios y a permitir calcular una evolución en el tiempo de los costos:

- Índice de salarios de la construcción – Estadísticas de la Ciudad de Bs. As.: se utiliza para actualizar lo correspondiente al salario del rubro “Personal de tareas de mejoramiento” (ver nueva forma de estimación del costo).
- Tipo de cambio: cotización promedio mensual del BCRA – Comunicación “A” 3500.

- Precio de Gas Oil: se mantiene su elaboración en base al promedio de los precios de Bahía Blanca, Rosario y Olavarría, provisto en la página de la Secretaría de Gobierno de Energía, Ministerio de Hacienda de la Nación.
- Índice del costo de la construcción - INDEC: se utiliza para actualizar el precio por m² de taller, edificio administrativo y terreno.
- IPIM INDEC base 2016: permite actualizar los precios de insumos y equipos nacionales utilizados en las obras de mejoramiento.

C. SALARIOS

Se recalculan los salarios del personal de conducción y no conducción teniendo en cuenta los convenios de La Fraternidad y Unión Ferroviaria con NCA, desde diciembre 2016 hasta diciembre 2018, último convenio vigente. Los mismos se pueden consultar en <https://convenios.trabajo.gob.ar/ConsultaWeb/consultaBasica.asp>.

En el cálculo se tiene que el salario bruto surge de la agregación de la Suma Remunerativa, la Suma No Remunerativa y las Cargas Sociales.

La Suma Remunerativa está compuesta por el salario básico para cada categoría y el plus por antigüedad, este último al 1% del salario básico para una antigüedad promedio de 15 años.

La Suma No Remunerativa está compuesto de un valor adicional que forma parte de los convenios y se compone de: el presentismo, calculado como un valor definido en los convenios, multiplicado por el número de días trabajados al mes (se tomaron 19 días promedio) por la incidencia estadística del presentismo (se tomó 0.9); el viático diario y el pernocte, que representan un porcentaje del salario bruto, según su incidencia estadística. Los valores de incidencia son 2.5% para el viático diario y 14% para el pernocte, según información obtenida de gente del BCyL (Abril 2019).

Se tomó como Cargas Sociales un 41.67% de la Suma Remunerativa: Jubilación (12.71%), PAMI (1.62%), Obra Social (6%), Fondo Nacional de Empleo (1.11%), Asignaciones Familiares (5.56%), ART (se toma un 6% promedio) y previsión por despidos y juicios (se toma un 8.67%).

De esta manera, se obtiene para cada mes un valor de salario bruto anualizado, vigente al período de cálculo.

Para el personal de obra (UOCRA y UECARA), se obtuvo la liquidación del personal para Abril 2019 de parte de ADIF, y según los aumentos del salario básico en los convenios de cada sindicato, se completó la serie en cuestión.

D. MATERIALES

Algunos materiales fueron actualizados por datos de ADIF a Abril 2019 (durmientes de hormigón para trocha angosta y ancha, km de riel y durmientes de madera). Otros, fueron actualizados por inflación (costo de ODA, PAN, y ADV) según IPIM-INDEC y algunos permanecieron fijos en USD en el tiempo (balasto, fijaciones, eclisas y bulones).

E. EDIFICIOS

El metro cuadrado de edificios (taller, edificio administrativo y costo de terreno) fue actualizado por el Índice de Costos de la Construcción del INDEC.

F. EQUIPOS



El costo de alquileres en pesos (alquiler de buses para transporte y camión volcador) fue actualizado por el ICC que elabora INDEC.

Para la compra de equipos no se observaron variaciones significativas, por lo que no se modificaron los valores en dólares.

Mejoramiento

El mejoramiento en la versión COSFER V2 se calculaba en base a una obra particular realizada por ADIF en 2014, que tiene la particularidad de poseer en detalle el cálculo de cada equipo e insumo utilizado en esa obra.

Se propone entonces para esta nueva versión del COSFER, una síntesis del cálculo anterior, con la posibilidad de ajustar ciertas variables por índices de salarios, tipo de cambio y de precio mayorista, según sea la proporción de mano de obra, insumos importados e insumos nacionales de cada ítem.

De esta forma, se obtiene una tabla que va a permitir actualizar los ítems del mejoramiento por cada una de esas tres variables:

DENOMINACIÓN DE LOS TRABAJOS	Mano de Obra	Insumos Importados	Insumos Nacionales
Relevamiento, Proyecto Ejecutivo y Replanteo + Conducción	79%	11%	10%
Limpieza de zona de vía - desmalezado	88%	8%	4%
Cambio de Fijaciones	58%	37%	5%
Cambio de Durmientes con Fijaciones Gauge Lock	38%	55%	7%
Tratamiento de juntas	8%	92%	0%
Tratamiento mecanizado pesado con aporte de balasto 1000 tn/km	9%	90%	1%
Despunte de rieles	65%	14%	21%
Soldadura Aluminotérmica	69%	17%	14%
Cambio de rieles	91%	6%	3%
Obrador	0%	0%	100%

De cada ítem se realiza el cómputo, se calcula el costo unitario y total para un tipo de mejoramiento (liviano) y se identifica en función de qué variables está.

Con esas variables identificadas, se realiza un vector que va a determinar el tipo de mejoramiento a realizar, de la siguiente forma:



Panel de control	Mejoramiento	Unidad
Cantidad de kilómetros	100,00	km
Durmientes por kilómetro existente	1722	durm/km
Fijaciones a cambiar	30%	de los durmientes actuales
Cambio de durmientes con PGL	30%	de los durmientes actuales
Longitud barras existente	12	m
Longitud barras futura	12	m
Juntas futuras a tratar	100%	% de juntas
Reemplazo de eclisas de las juntas a tratar	80%	% de eclisas
Aporte de balasto del mecanizado	300	ton/km
Reemplazo de barras de rieles	10%	% de rieles

En función de ello, se calcula todo para 100 km de vía como unidad de obra y luego el total obtenido (dividido por 100) se multiplica por la cantidad de km a mejorar.

Asimismo, se incorpora en “Ingreso de datos” la posibilidad de realizar un mejoramiento a medida, el cual debe ser ingresado por el usuario, de la misma forma que la proporción de mejoramiento liviano, semi-pesado o pesado, con la barra de porcentajes de 0 a 100% de la longitud del tramo a analizar.

Esa barra va a estar asociada a un vector de parámetros que el usuario podrá modificar, con la siguiente forma:

Fijaciones a cambiar	%	80%
Cambio de durmientes con PGL	%	50%
Longitud barras existente	m	12
Longitud barras futura	m	12
Juntas futuras a tratar	%	60%
Reemplazo de eclisas de las juntas a tratar	%	60%
Aporte de balasto del mecanizado	tn/km	800
Reemplazo de barras de rieles	%	60%

Todo esto permite, en caso que el usuario tenga sus propios datos, actualizar directamente por rubro de obra.

Resultados

Se añade en resultados un botón para guardar los principales parámetros en otra hoja llamada registros

GRABAR RESULTADOS		
Costo por ton-km en centavos de u\$s		
MOVILIDAD	2,68	45%
MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA	3,33	55%
INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA	0,00	0%
TOTAL	6,01	100%



Registro

Se agrega esta solapa que permite visualizar datos de varias corridas del COSFER, a fin de comparar rápidamente los resultados.

Eliminar registros

Fecha y hora del cálculo		19/06/2019 12:15	19/06/2019 12:15
Principales parámetros			
Periodo		mar-19	mar-19
Tipo de cambio	ARS/USD	41,36	41,36
Salario bruto mensual del personal de conducción	ARS/persona-mes	93.207	93.207
Precio del combustible por litro	ARS/litro	34,77	34,77
Valor promedio del parque de locomotoras	USD/unidad	1.755.000	1.755.000
Valor promedio del parque de vagones	USD/unidad	119.047	126.716
Tasa de descuento	%	5,0%	5,0%
Aspectos físicos y operativos			
Toneladas anuales	Ton	7.376.898	3.512.000
Toneladas-km	Ton-Km.	3.169.794.031	1.462.933.927
Proporción de viajes de retorno con carga	%	0%	0%
Trocha	Tipo	ANCHA	ANCHA
Longitud de vía	Kms	3.203	2.817
Distancia media de viaje	Kms	430	417
Capacidad portante de la vía	Ton-Eje	18	18
Velocidad de circulación	Kms/h	20	20
Vagones por tren	Unidades	40	40
Participación de productos Industrializados	%	40%	10%
Participación de productos Granos	%	46%	86%
Participación de productos Semiterminados	%	4%	0%
Participación de productos Minería	%	9%	4%
Participación de productos Regionales	%	1%	0%
Participación de productos Combustible	%	0%	0%
Participación de productos Carnes	%	0%	0%
Cálculo de recursos			
Trenes anuales totales (suma ambos sentidos)	Cantidad	7.380	3.613
Trenes anuales cargados en sentido A	Cantidad	3.690	1.807
Trenes anuales cargados en sentido B	Cantidad	0	0
Trenes anuales vacíos en ambos sentidos	Cantidad	3.690	1.807
Total trenes diarios de mes pico	Cantidad	23,3	11,4
Ciclo rotación de vagones	Días	7,0	6,2
Total vagones necesarios	Unidades	3.599	1.541
Ciclo rotación de locomotoras	Días	4,8	4,7
Total locomotoras necesarias	Unidades	66	31
Personal Total	Trabajadores	865	466
Participación de personal de conducción	%	25%	22%
Participación de personal de tráfico	%	19%	32%
Participación de personal de taller	%	42%	34%
Participación de personal de administración	%	13%	12%



Resultados			
Costo por ton-km total (ARS)	ARS/ton-km	2,22	2,56
Costo por ton-km total (USD)	Cvos. USD/ton-km	5,36	6,18
Costo total anual (USD)	USD	169.997.266,69	90.374.375,11
Costo de movilidad	Cvos. USD/ton-km	2,65	2,73
Costo de movilidad anual	USD	84.046.864	39.979.478
Combustible	Cvos. USD/ton-km	0,54	0,55
Lubricantes	Cvos. USD/ton-km	0,02	0,02
Reparación y mantenimiento del material rodante	Cvos. USD/ton-km	0,30	0,28
CAE material rodante	Cvos. USD/ton-km	0,97	0,96
Salarios del personal	Cvos. USD/ton-km	0,55	0,63
Otros gastos de personal	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,02
Movilidad del personal de a bordo	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,01
Seguros	Cvos. USD/ton-km	0,05	0,05
Seguridad	Cvos. USD/ton-km	0,02	0,02
Máquinas y herramientas	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,01
Inmuebles	Cvos. USD/ton-km	0,03	0,03
Impuestos y tasas municipales	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,01
Peajes	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Gastos generales	Cvos. USD/ton-km	0,08	0,08
Impuestos nacionales y provinciales	Cvos. USD/ton-km	0,07	0,07
Costo de mantenimiento de vía	Cvos. USD/ton-km	2,71	3,44
Costo de mantenimiento de vía anual	USD	85.950.402	50.394.897
Manual (durm. madera) - Pers. propio	%	100%	100%
Manual (durm. madera) - Pers. contratado	%	0%	0%
Mecanizado (durm. madera) - Pers. propio	%	0%	0%
Mecanizado (durm. hormigón) - Pers. propio	%	0%	0%
Manual (durm. madera) - Pers. propio	USD/km	107.337	107.337
Manual (durm. madera) - Pers. contratado	USD/km	0	0
Mecanizado (durm. madera) - Pers. propio	USD/km	0	0
Mecanizado (durm. hormigón) - Pers. propio	USD/km	0	0
Manual (durm. madera) - Pers. propio	Cvos. USD/ton-km	2,71	3,44
Manual (durm. madera) - Pers. contratado	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mecanizado (durm. madera) - Pers. propio	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mecanizado (durm. hormigón) - Pers. propio	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Costo de inversión en infraestructura	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Costo de inversión en infraestructura anual	USD	0	0
Renovación (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento Liviano (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento Semi Pesado (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento Pesado (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento definido por usuario (% de longitud de vía)	%	0%	0%
ODAs (Obras de Arte) que se interviene	Metros	0	0
PAN (Pasos a Nivel) que se interviene	Cantidad	0	0
ADVs (Aparatos de Vía) que se interviene	Cantidad	0	0
CAE Renovación	USD	0	0
CAE Mejoramiento Liviano	USD	0	0
CAE Mejoramiento Semi Pesado	USD	0	0
CAE Mejoramiento Pesado	USD	0	0
CAE Mejoramiento definido por usuario	USD	0	0
CAE ODAs (Obras de Arte)	USD	0	0
CAE PAN (Pasos a Nivel)	USD	0	0
CAE ADVs (Aparatos de Vía)	USD	0	0
Renovación	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento Liviano	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento Semi Pesado	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento Pesado	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento definido por usuario	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
ODAs (Obras de Arte)	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
PAN (Pasos a Nivel)	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
ADVs (Aparatos de Vía)	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00



CONSIDERACIONES GENERALES

ILUSTRACIÓN 1 COSFER - PANTALLA DE INICIO

Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación

Dirección Nacional de Planificación de
Transporte de Cargas y Logística

COSFER v3: Modelo de Estimación de Costos Ferroviarios de Carga

El **COSFER** es una herramienta que permite simular distintos escenarios de operación de transporte ferroviario de cargas. A partir de la determinación de ciertos parámetros básicos, el modelo calcula en forma dinámica los costos asociados, discriminados en tres grupos:

- ♦ Costos de Movilidad
- ♦ Costos de Inversión en Infraestructura
- ♦ Costos de Mantenimiento de la Infraestructura

En la pestaña "Instrucciones" se especifican las principales consideraciones, mientras que en "Ingreso de datos" se inicia la simulación.

!!! SE DEBEN HABILITAR LAS MACRO !!!

Aclaración

Esta es una tercera versión que se encuentra en proceso de mejora y busca nutrirse del aporte de terceros. Si usted tiene acceso a datos más actualizados o quiere aportar información, por favor contáctenos:

pcl@transporte.gob.ar

- ⇒ Instrucciones
- ⇒ Ingreso de datos
- ⇒ Resultados
- ⇒ Registro de cálculos
- ⇒ Parámetros
- ⇒ Movilidad
- ⇒ Mantenimiento de vía
- ⇒ Infraestructura

En la pestaña "INGRESO DE DATOS" se deben escoger los parámetros de la red, corredor o tramo que se desee costear:

- **Trocha:** puede ser angosta (1000 mm), media (1435 mm) o ancha (1676 mm).
- **Longitud de vía:** es el total de kilómetros de vía del tramo, corredor o red que se esté simulando².
- **Distancia media de viaje:** es la distancia promedio de los viajes realizados en el año.
- **Zona geográfica:** representa la zona del país más representativa del tramo, corredor o red que se esté simulando. Esta característica tiene impacto en el costo de renovación de vía, ya que se incorpora un diferencial de costo de obra asociado al transporte de materiales y convenios laborales regionales³.

² Si en el tramo hubiera doble vía, la longitud sería la distancia entre el origen y el destino multiplicado por 2.

³ Ver sección "Costos de Inversión en Infraestructura" / "Renovación" / "M. Variables para la estimación del presupuesto de una renovación"

- **Topografía de la traza:** puede ser montañosa, llana, u ondulada. Este dato implica un consumo de combustible y lubricantes diferenciado, así como distintas necesidades de material rodante tractivo.
- **Capacidad portante de la vía:** indica el peso por eje admisible en la vía, medido en ton/eje. Está directamente asociado al tipo y estado de la infraestructura de vía.
- **Velocidad de circulación:** representa la velocidad promedio de circulación. No tiene en cuenta paradas intermedias, ni espera en origen o destino. Está directamente asociado al tipo y estado de la infraestructura de vía.
- **Vagones por tren:** es el largo del tren.
- **Proporción de viajes de retorno con carga:** permite simular un porcentaje de retornos con carga.
- **Intervención propuesta en la infraestructura:** se establece el tipo de intervención propuesta para la infraestructura de vía (renovación, mejoramiento liviano, semipesado, pesado y una alternativa a definir por el usuario). Un detalle de los mismos se encuentra en el apartado “Costos de Inversión en Infraestructura”.
- **Obras de arte (ODA):** en este punto se deben establecer los metros lineales de obras de arte que posee el tramo, discriminados en cuatro grupos (de menos de 5mts, entre 5 y 15mts, entre 15 y 100mts, y más de 100mts.), ya que cada grupo supone un costo de intervención promedio diferente. Asimismo, se debe determinar el porcentaje de estas ODAs a intervenir.
- **Pasos a nivel (PAN):** se establece la cantidad de pasos a nivel de tierra y de pavimento existentes, y la proporción que se interviene.
- **Aparatos de vía (ADV):** indica la cantidad de ADVs, y la proporción que se interviene.
- **Tipo de mantenimiento:** se establece el tipo de mantenimiento de la infraestructura de vía (puede ser uno, o una combinación de varios). Un detalle de los mismos se encuentra en el apartado “Costos de Mantenimiento de la Infraestructura”.
- **Toneladas transportadas:** es la carga anual total en toneladas.
- **Participación relativa por grupo de producto:** se debe escoger el porcentaje por tipo de producto (industrializados, granos, semiterminados, minería, regionales, combustible o carnes). Esta información permite determinar el tipo de vagones a utilizar, los cuales poseen precios y rendimientos diferenciados (los rendimientos –cantidad de kms recorridos anualmente- fueron establecidos a partir de los datos obtenidos de los distintos operadores).
- **Ciclo de rotación de vagones:** permite elegir entre la opción por defecto, global o personalizada (explicadas en el apartado Cambios en V3).

Si bien el cálculo del costo de movilidad es independiente del de inversión en infraestructura y del de mantenimiento, existe una estricta relación entre ellos. En el caso de la movilidad, tanto la velocidad de circulación como la capacidad portante dependen del estado de la vía y del hecho de que exista, o no, algún tipo de intervención. En el caso del mantenimiento, ciertos tipos de trabajo se corresponden con determinada infraestructura (por ejemplo, tal cual se verá en la sección correspondiente, el tipo de mantenimiento ME2 sólo puede aplicarse a una vía renovada con durmientes de hormigón). Por lo tanto, si bien el modelo permite determinadas combinaciones de parámetros, se deben tener en cuenta estas salvedades a la hora de establecer el tramo o corredor a simular.



Por defecto, se incluyeron en forma agregada los datos aproximados relativos a las características generales (físicas, y de la carga transportada, entre otras) de las redes que componen las distintas líneas (Mitre, Roca, San Martín, Sarmiento, Belgrano y Urquiza). Esto permite realizar un cálculo rápido para tener una primera aproximación del funcionamiento del modelo.

Más allá de dichos ejemplos preestablecidos, que también pueden modificarse, existe la opción de generar OTRO corredor o tramo de red, real o ficticio, para lo cual habrá que determinar toda la información detallada anteriormente.

En caso de que exista alguna incompatibilidad en la elección de dichos parámetros se desplegará un mensaje de error o advertencia que indique cómo subsanarlo.



ILUSTRACIÓN 2 COSFER - PANTALLA INGRESO DE DATOS

INGRESO DE DATOS	INICIO	INGRESO DE DATOS	RESULTADOS	REGISTRO	Periodo	mar-19
------------------	--------	------------------	------------	----------	---------	--------

ASPECTOS FÍSICOS Y TRÁFICOS DE LAS LÍNEAS

MITRE	ROCA	SAN MARTÍN	CREAR OTRO
SARMIENTO	BELGRANO	URQUIZA	

CALCULAR

TROCHA		ELEGIR		<input type="radio"/> Ancha <input type="radio"/> Angosta <input type="radio"/> Media	
LONGITUD DE VIA	0	Km.	< >		
DISTANCIA MEDIA DE VIAJE	0	Km.	< >		
ZONA	ELEGIR		<input type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Norte <input type="radio"/> Mesopotamia <input type="radio"/> Cuyo <input type="radio"/> Patagonia		
TOPOGRAFIA DE LA TRAZA					
Llana	0%	%	< >		
Montañosa	0%	%	< >		
Ondulada	0%	%	< >		
CAPACIDAD PORTANTE DE LA VIA	0	ton/eje	< >		
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	0	Km/hora	< >		
VAGONES POR TREN	40	Unidades	< >		
PROPORCIÓN DE VIAJES DE RETORNO CON CARGA	0	%	< >		

LA SUMA DEBE DAR 100%

INTERVENCIÓN EN VÍA					
Renovación	0%	%	< >		
Mejoramiento Liviano	0%	%	< >		
Mejoramiento Semi Pesado	0%	%	< >		
Mejoramiento Pesado	0%	%	< >		
Mejoramiento a definir por el usuario	0%	%	< >		
ODAs (Obras de Arte)					
De menos de 5m	0	Mts	< >		
De entre 5m y 15m	0	Mts	< >		
De entre 15m y 100m	0	Mts	< >		
De más de 100m	0	Mts	< >		
Proporción de ODAs que se interviene	0%	%	< >		
PAN (Pasos a Nivel)					
Cantidad de PAN de Tierra	0	Unidades	< >		
Cantidad de PAN de Pavimento	0	Unidades	< >		
Proporción de PAN que se interviene	0%	%	< >		
ADVs (Aparatos de Vía)					
Cantidad	0	Unidades	< >		
Proporción de ADVs que se interviene	0%	%	< >		

TONELADAS TRANSPORTADAS					
Por año	0	Toneladas	< >		
Por mes	0	Toneladas	< >		
Por viaje	0	Toneladas	< >		
TONELADAS - KM					
Por año	0	Ton-km	< >		
Por mes	0	Ton-km	< >		
Por viaje	0	Ton-km	< >		
PRODUCTOS					
Industrializados	0%	%	< >		
Granos	0%	%	< >		
Semiterminados	0%	%	< >		
Minería	0%	%	< >		
Regionales	0%	%	< >		
Combustible	0%	%	< >		
Carnes	0%	%	< >		

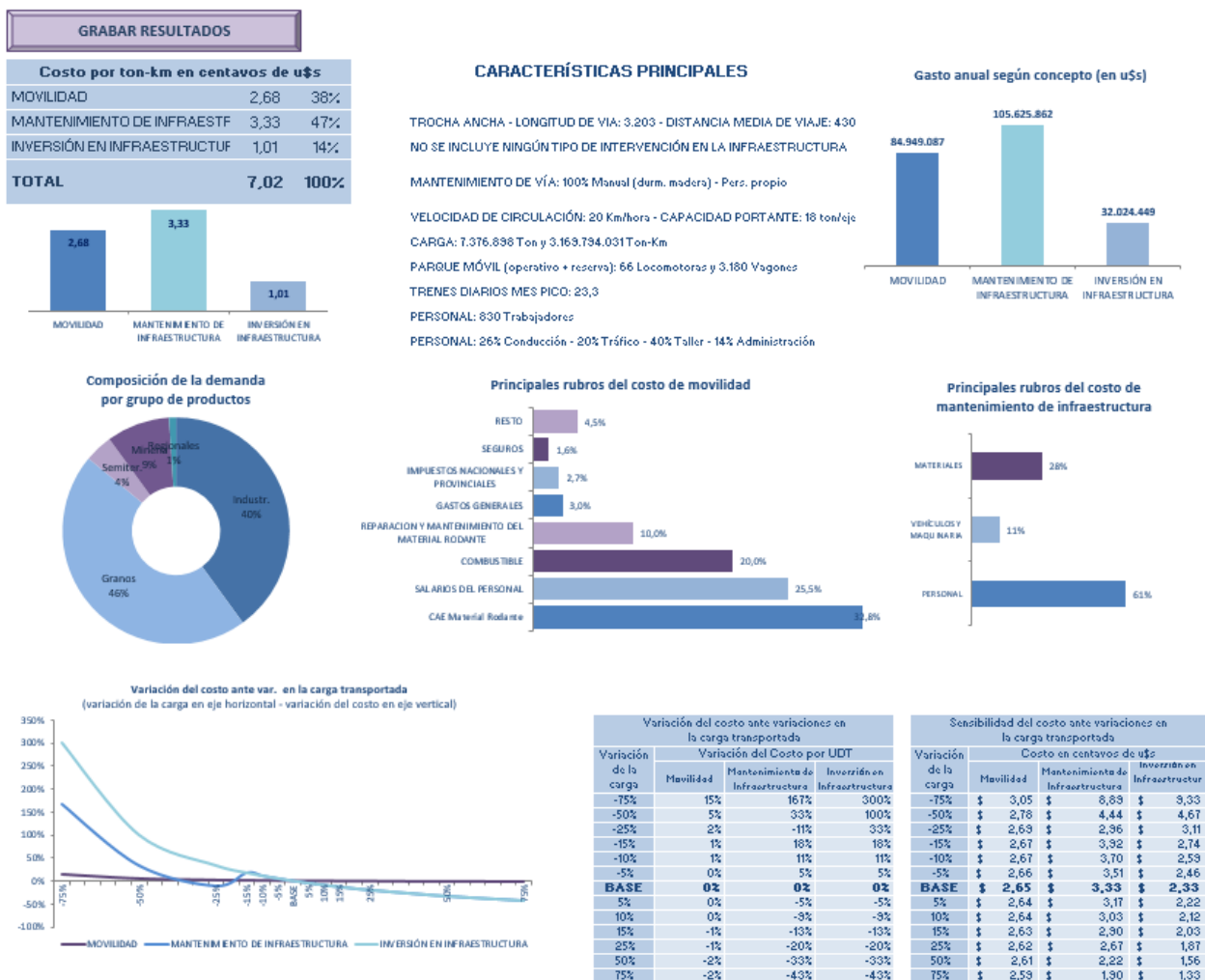
LA SUMA DEBE DAR 100%

CICLO DE ROTACIÓN DE VAGONES			
Recorrido medio anual por vagón	-	km	
<input checked="" type="radio"/> Por defecto <input type="radio"/> Global <input type="radio"/> Personalizado	-	días	
Espera en Origen	-	Horas	
Espera en Destino	-	Horas	

Luego de contar con los parámetros del corredor se debe oprimir el botón "CALCULAR" a fin de dar inicio a una rutina automática que realiza en forma dinámica todos los cálculos necesarios y selecciona automáticamente la pestaña "RESULTADOS". En esta pestaña se muestra un resumen de los resultados obtenidos (costo por rubro en centavos de dólar, características del corredor y la empresa simulada, etc.) y un análisis de sensibilidad del costo respecto a ciertas

variables (carga transportada, velocidad de circulación, tiempo de espera en cabeceras y distancia media). También se permite guardar los resultados de una simulación para luego realizar comparaciones.

ILUSTRACIÓN 3 COSFER - EJEMPLO PANTALLA RESULTADOS



En la pestaña “Registros” se pueden observar los resultados de las simulaciones guardadas. También se puede borrar todo el historial de registros:

Eliminar registros

Fecha y hora del cálculo		19/06/2019 12:15	19/06/2019 12:15
Principales parámetros			
Periodo		mar-19	mar-19
Tipo de cambio	ARS/USD	41,36	41,36
Salario bruto mensual del personal de conducción	ARS/persona-mes	93.207	93.207
Precio del combustible por litro	ARS/litro	34,77	34,77
Valor promedio del parque de locomotoras	USD/unidad	1.755.000	1.755.000
Valor promedio del parque de vagones	USD/unidad	119.047	126.716
Tasa de descuento	%	5,0%	5,0%
Aspectos físicos y operativos			
Toneladas anuales	Ton	7.376.898	3.512.000
Toneladas-km	Ton-Km.	3.169.794.031	1.462.933.927
Proporción de viajes de retorno con carga	%	0%	0%
Trocha	Tipo	ANCHA	ANCHA
Longitud de vía	Kms	3.203	2.817
Distancia media de viaje	Kms	430	417
Capacidad portante de la vía	Ton-Eje	18	18
Velocidad de circulación	Kms/h	20	20
Vagones por tren	Unidades	40	40
Participación de productos Industrializados	%	40%	10%
Participación de productos Granos	%	46%	86%
Participación de productos Semiterminados	%	4%	0%
Participación de productos Minería	%	9%	4%
Participación de productos Regionales	%	1%	0%
Participación de productos Combustible	%	0%	0%
Participación de productos Carnes	%	0%	0%
Cálculo de recursos			
Trenes anuales totales (suma ambos sentidos)	Cantidad	7.380	3.613
Trenes anuales cargados en sentido A	Cantidad	3.690	1.807
Trenes anuales cargados en sentido B	Cantidad	0	0
Trenes anuales vacíos en ambos sentidos	Cantidad	3.690	1.807
Total trenes diarios de mes pico	Cantidad	23,3	11,4
Ciclo rotación de vagones	Días	7,0	6,2
Total vagones necesarios	Unidades	3.599	1.541
Ciclo rotación de locomotoras	Días	4,8	4,7
Total locomotoras necesarias	Unidades	66	31
Personal Total	Trabajadores	865	466
Participación de personal de conducción	%	25%	22%
Participación de personal de tráfico	%	19%	32%
Participación de personal de taller	%	42%	34%
Participación de personal de administración	%	13%	12%



Resultados			
Costo por ton-km total (ARS)	ARS/ton-km	2,22	2,56
Costo por ton-km total (USD)	Cvos. USD/ton-km	5,36	6,18
Costo total anual (USD)	USD	169.997.266,69	90.374.375,11
Costo de movilidad	Cvos. USD/ton-km	2,65	2,73
Costo de movilidad anual	USD	84.046.864	39.979.478
Combustible	Cvos. USD/ton-km	0,54	0,55
Lubricantes	Cvos. USD/ton-km	0,02	0,02
Reparación y mantenimiento del material rodante	Cvos. USD/ton-km	0,30	0,28
CAE material rodante	Cvos. USD/ton-km	0,97	0,96
Salarios del personal	Cvos. USD/ton-km	0,55	0,63
Otros gastos de personal	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,02
Movilidad del personal de a bordo	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,01
Seguros	Cvos. USD/ton-km	0,05	0,05
Seguridad	Cvos. USD/ton-km	0,02	0,02
Máquinas y herramientas	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,01
Inmuebles	Cvos. USD/ton-km	0,03	0,03
Impuestos y tasas municipales	Cvos. USD/ton-km	0,01	0,01
Peajes	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Gastos generales	Cvos. USD/ton-km	0,08	0,08
Impuestos nacionales y provinciales	Cvos. USD/ton-km	0,07	0,07
Costo de mantenimiento de vía	Cvos. USD/ton-km	2,71	3,44
Costo de mantenimiento de vía anual	USD	85.950.402	50.394.897
Manual (durm. madera) - Pers. propio	%	100%	100%
Manual (durm. madera) - Pers. contratado	%	0%	0%
Mecanizado (durm. madera) - Pers. propio	%	0%	0%
Mecanizado (durm. hormigón) - Pers. propio	%	0%	0%
Manual (durm. madera) - Pers. propio	USD/km	107.337	107.337
Manual (durm. madera) - Pers. contratado	USD/km	0	0
Mecanizado (durm. madera) - Pers. propio	USD/km	0	0
Mecanizado (durm. hormigón) - Pers. propio	USD/km	0	0
Manual (durm. madera) - Pers. propio	Cvos. USD/ton-km	2,71	3,44
Manual (durm. madera) - Pers. contratado	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mecanizado (durm. madera) - Pers. propio	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mecanizado (durm. hormigón) - Pers. propio	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Costo de inversión en infraestructura	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Costo de inversión en infraestructura anual	USD	0	0
Renovación (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento Liviano (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento Semi Pesado (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento Pesado (% de longitud de vía)	%	0%	0%
Mejoramiento definido por usuario (% de longitud de vía)	%	0%	0%
ODAs (Obras de Arte) que se interviene	Metros	0	0
PAN (Pasos a Nivel) que se interviene	Cantidad	0	0
ADVs (Aparatos de Vía) que se interviene	Cantidad	0	0
CAE Renovación	USD	0	0
CAE Mejoramiento Liviano	USD	0	0
CAE Mejoramiento Semi Pesado	USD	0	0
CAE Mejoramiento Pesado	USD	0	0
CAE Mejoramiento definido por usuario	USD	0	0
CAE ODAs (Obras de Arte)	USD	0	0
CAE PAN (Pasos a Nivel)	USD	0	0
CAE ADVs (Aparatos de Vía)	USD	0	0
Renovación	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento Liviano	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento Semi Pesado	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento Pesado	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
Mejoramiento definido por usuario	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
ODAs (Obras de Arte)	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
PAN (Pasos a Nivel)	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00
ADVs (Aparatos de Vía)	Cvos. USD/ton-km	0,00	0,00



Además de los resultados, se muestran los parámetros utilizados, se desagregan los costos de movilidad, mantenimiento e infraestructura y se visualizan otros cálculos adicionales realizados.

En la pestaña "PARÁMETROS", se listan los precios, consumos específicos y rendimientos que utiliza el modelo. Esta hoja de cálculo permite modificar los valores considerados.

El resto de las pestañas, que no son modificables, permiten observar los cálculos, relaciones y supuestos implícitos en el modelo para los tres agrupamientos en que se divide el costo: movilidad, mantenimiento e inversión de infraestructura.



COSTOS DE MOVILIDAD

Introducción

El cálculo del costo de movilidad se desarrolla a partir del establecimiento de las características físicas y técnicas del tramo, o conjunto de tramos, de la red ferroviaria que se desee simular, de los trenes que por allí circulen, de la carga a transportar y su distancia media.

Con esta información se desarrolla un sub-modelo simplificado de operación donde se realiza el cálculo de recursos, es decir, los trenes anuales y el parque móvil de vagones y locomotoras necesarios. En forma predeterminada, aunque puede modificarse, se supone que el tamaño de los trenes es de 38 vagones, con una carga neta de 50 toneladas cada uno.

Para determinar el parque de vagones necesario, en primer lugar se determina su ciclo de rotación, adicionando el tiempo de circulación (corresponde a ambos sentidos y es el producto de la distancia media de transporte y la velocidad de circulación) y el tiempo de espera en origen y destino (incluyen las paradas intermedias, y surge como resultado de un proceso iterativo en donde se alcanza un objetivo predeterminado de recorrido medio anual por vagón⁴, o bien con el ciclo de rotación ingresado manualmente por el usuario). Luego se determina la cantidad de vagones en circulación necesarios: $\text{vagones cargados del mes pico} = (\text{carga anual} / \text{carga neta por vagón} / 12 * \text{factor de estacionalidad mes pico}) * \text{ciclo de rotación de vagones} / \text{días promedio del mes}$. Finalmente, al resultado obtenido se le adiciona un 10%, en concepto de vagones de reserva.

En el caso de las locomotoras el procedimiento es análogo con la diferencia de que aquí se pre establece el tiempo de espera en origen y destino, siendo la variable calculada por el modelo el rendimiento anual de las locomotoras⁵.

Por su parte, los trenes cargados anuales surgen del cociente entre los vagones cargados anuales, y la cantidad de vagones por tren. Se permite que los trenes vayan cargados y vuelven vacíos o con carga

La determinación de los recursos necesarios de la empresa encargada de mover los trenes será el insumo básico que determine todos los rubros que componen el presente grupo de costos.

RUBROS	
1	COMBUSTIBLE
2	LUBRICANTES
3	REPARACION Y MANTENIMIENTO DEL MR
	Locomotora
	Responsabilidad civil
	Cauciones varias
9	SEGURIDAD
10	MÁQUINAS y HERRAMIENTAS

⁴ El recorrido medio anual por vagón es un indicador de la intensidad de uso del material rodante. El mismo puede suponerse como un resultado, pre estableciendo el ciclo de rotación, en caso que el usuario lo defina manualmente, o fijando su valor y ajustando con ese objetivo el tiempo de espera. Esta última metodología evita que el modelo sobreestime el rendimiento anual de los vagones, fijando el mismo en los valores observados en la actualidad.

⁵ Es razonable suponer que las locomotoras tienen un tiempo fijo de espera, y un ciclo de rotación diferenciado de los vagones. Por ejemplo, al arribar un tren a su destino, los vagones permanecen allí un tiempo determinado (dependiente de la operación de carga/descarga de mercadería), mientras que la locomotora se encuentra disponible para volver a salir en un tiempo mucho menor (dependiente de factores tales como la necesidad de alistamiento).

	Vagones		CAE de máquinas y herramientas
4	CAE Material Rodante		Rep. y mant. de máquinas y herramientas
	Locomotora	11	INMUEBLES
	Vagones		CAE de inmuebles
5	SALARIOS DEL PERSONAL		Reparación y mant. de inmuebles
	Conducción	12	IMPUESTOS Y TASAS MUNICIPALES
	Tráfico	13	PEAJES
	Mantenimiento de material rodante	14	GASTOS GENERALES
	Administración		COSTO TOTAL SIN IMPUESTOS
	Jerárquico	15	IMPUESTOS NACIONALES Y PROVINCIALES
6	OTROS GASTOS DE PERSONAL		Impuesto a los créditos y débitos bancarios
7	MOVILIDAD DEL PERSONAL DE A BORDO		Impuesto a los Ingresos Brutos
8	SEGUROS		COSTO TOTAL POR TONELADA - KILOMETRO

A continuación se describe cada uno de dichos rubros, y el cálculo utilizado para establecer el costo específico (es decir, el costo en pesos y dólares por UDT). Por su parte, el consumo específico hace referencia al consumo por tren-kilómetro.

Combustible y Lubricantes

Tanto el consumo de combustible como el de lubricantes depende, entre otras cosas, de las características topográficas y operativas del tramo de red simulado (pendientes, estado de la vía, velocidad, cantidad de paradas, carga media, etc.) y del material rodante utilizado (antigüedad, estado, potencia, tamaño de los trenes, etc.).

El consumo específico utilizado surge de consultas a especialistas del sector y fue establecido en 6 litros de gasoil y 0.7 litros de lubricantes por tren-kilómetro en el supuesto de que el tramo de vía se desarrolle en llanura. Por su parte, se estableció un 10% y un 20% de consumo adicional si la topografía correspondiera a semi montaña y montaña, respectivamente. En todos los casos se trata de consumos medios.

De esta forma, el costo específico de estos dos rubros se obtiene de la siguiente manera:

Costo específico 1 Combustible: ((“consumo de combustible en llanura” * “% del recorrido de llanura” + “consumo de combustible en semi montaña” * “% del recorrido de semi montaña” + “consumo de combustible en montaña” * “% del recorrido de montaña”) * “recorrido anual de locomotoras” * “precio del gasoil sin IVA \$/Lt”) / (“UDT” * “Tipo de cambio”)

Costo específico 2 Lubricantes: ((“consumo de lubricante en llanura” * “% del recorrido de llanura” + “consumo de lubricante en semi montaña” * “% del recorrido de semi montaña” + “consumo de lubricante en montaña” * “% del recorrido de montaña”) * “recorrido anual de locomotoras” * “precio del lubricante sin IVA \$/Lt”) / (“UDT” * “Tipo de cambio”)



Reparación y Mantenimiento del Material Rodante

La reparación y mantenimiento del material rodante se trata en forma separada para locomotoras y vagones, aunque siguen la misma lógica. En ambos casos, se establece el ciclo de mantenimiento preventivo, que incluye las distintas intervenciones a realizar durante ese ciclo. A partir del kilometraje anual a recorrer (obtenido en el cálculo de recursos inicial) se deriva la cantidad de ciclos a cubrir en un año. La cantidad de materiales (y su valor en u\$s) y las horas hombre por intervención son parámetros que se establecieron adaptando casos concretos obtenidos de entrevistas a especialistas.

Adicionalmente, se determina el costo de reparación accidental o correctivo, es decir, las intervenciones a realizar no previstas en los ciclos de mantenimiento preventivo. Con un criterio simplificador se supuso que el mismo se sitúa entre el 5% (para una vía con algún tipo de intervención: mejoramiento o renovación) y el 20% (para una vía sin ningún tipo de intervención) del costo anual del mantenimiento preventivo.

El costo específico de este rubro sólo incluye el equivalente a materiales. El respectivo al salario del personal asociado se trata en el rubro “Salarios del personal”.

Costo específico 3 Reparación y Mantenimiento del MR: (“costo total año de materiales preventivo locomotoras en u\$s” + “costo total año de materiales locomotoras accidental en u\$s” + “costo total año de materiales preventivo vagones en u\$s” + “costo total año de materiales vagones accidental en u\$s”) / “UDT”

CAE del Material Rodante

El Costo Anual Equivalente (CAE) es el costo anual de adquirir y operar un activo durante su vida útil. Considera de manera conjunta el pago por la parte depreciable del capital y la remuneración al capital adelantado. El CAE obtiene una cuota periódica conjunta de ambos conceptos. Para su determinación⁶ se aplica un factor, denominado Factor de Recuperación del Capital FRC a la parte depreciable del capital, sumado la carga financiera sobre el valor no depreciable.

$$FRC = [(1 + i)^n - 1] / [i * (1 + i)^n] \text{ donde } i = \text{tasa de descuento y } n = \text{vida útil del activo}$$

En el caso del Material Rodante se divide en locomotoras y vagones. Supone la cuota constante anual correspondiente al valor del material rodante, con una vida útil dada (30 y 50 años para locomotoras y vagones, respectivamente) y un valor residual (10% en ambos casos), y una tasa de descuento constante que representa el costo de oportunidad del capital invertido.

El valor de los distintos tipos y modelos de locomotoras y vagones surgieron de relevamientos del sector.

⁶ En todos los casos en que se calcula el CAE se aplica la misma metodología

Costo específico 4 CAE del MR: (“costo anual equivalente de locomotoras en u\$s” + “costo anual equivalente de vagones en u\$s”) / “UDT”

Salarios del Personal

Los salarios del personal agrupan los que se detallan a continuación donde, en cada caso, se determinó el tiempo neto anual por agente (jornadas anuales * tiempo diario * factor de aprovechamiento):

- Personal de conducción: incluye personal de a bordo, conductores y ayudantes. A partir de la determinación del tiempo anual de locomotoras de línea (trenes anuales totales * tiempo de viaje * factor de tiempo extra de locomotoras respecto a trenes), y dado el tiempo neto anual por agente se establece la cantidad de conductores de línea (los ayudantes son un número equivalente). El cálculo de los conductores de locomotoras de maniobras es análogo al anterior, con la salvedad de que aquí en lugar de un tiempo de viaje hay un tiempo de maniobra por tren, sin ningún factor adicional.
- Personal de tráfico: personal en patios, barreras, etc. Se supone que dicho dato se condice con una red operativa dada. La determinación de la cantidad de personas toma como base la red y dotación de NCA. Ello implica que para 2500 kms de vía se necesita una dotación de tráfico de 132 personas. Las variaciones son proporcionales a dichos valores.
- Personal de mantenimiento de material rodante: personal de taller, de acuerdo a las necesidades que surgen del mantenimiento preventivo del MR, suponiendo una composición estándar de agentes (peones, ayudantes y oficiales). En el caso de las reparaciones accidentales se supuso una cantidad de horas - hombre anuales en el orden del 35% de aquel.
- Personal de administración: Se supone que dicho dato se condice con un volumen de operaciones. La determinación de la cantidad de personas toma como base la carga anual transportada y dotación de NCA. Ello implica que para 7.7 millones de ton. (promedio de NCA en el periodo 2012-2016), se necesita una dotación de administración de 120 personas. Las variaciones son proporcionales a dicho valore.
- Personal jerárquico: en el caso de la remuneración del gerenciamiento de la empresa (personal fuera de convenio) se aplica una tasa sobre cada rubro de costo, exceptuando el costo anual equivalente de material rodante, inmuebles y máquinas y herramientas.

El salario bruto anual de cada categoría de personal se tomó de los convenios laborales vigentes.

Adicionalmente, se aplica un factor que da cuenta del costo salarial desde el punto de vista de la empresa (incluye las cargas patronales previsionales, obra social, el costo de ART y seguros de vida).

Costo específico 5 Salarios del Personal: [(“cantidad de conductores” * “salario bruto anual conductor” + “cantidad de ayudantes de conductor” * “salario bruto anual promedio de ayudantes”) + (“personal de tráfico” * “promedio salario bruto anual personal de tráfico” + (“personal de taller” * “promedio ponderado salario bruto anual personal de taller”))



$$+ (\text{“personal de administración”} * \text{“promedio ponderado salario bruto anual personal de administración”}) * \text{“factor salarios costo empresa”} + \text{“coeficiente gerenciamiento”} * \text{“UDT”} * \text{“Tipo de cambio”}$$

Otros Gastos de Personal

Este rubro representa todos aquellos gastos adicionales en que incurre la empresa, relacionados con el desarrollo de las tareas de personal (excluyendo la movilidad del personal de a bordo). Entre otros, se encuentra el gasto en capacitación, uniformes, licencias. Con un criterio simplificador, se supone al costo específico como una proporción de los Salarios del Personal (excluido el personal jerárquico).

Costo específico 6 Otros Gastos de Personal: “costo específico salarios del personal excluido personal jerárquico” * “coeficiente de otros gastos de personal”

Movilidad del Personal de a Bordo

Un gasto significativo en que incurren las empresas operadoras del servicio es el relacionado a la movilidad del personal de a bordo. Esto incluye el costo de transporte (remises, por ejemplo) entre el hogar y el punto donde se realiza la toma de servicio.

En este caso se aplica una suma fija promedio a cada uno de los trenes anuales, que representa el valor del viaje en remis, tanto para el conductor como para el ayudante. Se incluyó un factor de uso, que permite establecer la proporción de los viajes anuales que suponen un costo para la empresa, ya que no todos los trenes implican el traslado del personal de a bordo. Por defecto se estableció al mismo en 70%.

Costo específico 7 Movilidad del Personal de a bordo: (“total de trenes anuales” * 2 * “costo promedio movilidad remis en u\$s” * “factor de uso de remis”) / (“UDT”)

Seguros

El presente rubro incluye a los seguros de responsabilidad civil y cauciones varias.

En el primer caso, se supone una prima sobre un monto aseguro aplicable a cada uno de los viajes que realiza la empresa.

En el segundo caso, se aplica un coeficiente sobre el monto anual equivalente que representa la inversión en Material Rodante, Inmuebles y Máquinas y Herramientas, dado que estos son los sujetos asegurados.

Costo específico 8 Seguros: [(“total de trenes anuales” * “monto asegurado responsabilidad civil” + “prima responsabilidad civil”) + (“CAE de MR en \$” + CAE de inmuebles en \$” + “CAE de máquinas y herramientas en \$”) * “coeficiente de cauciones varias”] / (“UDT” * “Tipo de cambio”)



Seguridad

El presente rubro da cuenta del gasto en que incurre la empresa para garantizar tanto la seguridad de los predios como la circulación de una proporción de los trenes que requieren, para algunas zonas que atraviesa, algún tipo de escolta.

Con un criterio simplificador, se estimó este costo como una proporción del costo de salarios del personal, excluido el personal jerárquico: 4%. Esta proporción fue calibrada con los datos de los concesionarios.

Costo específico 9 Seguridad: (“coeficiente seguridad respecto a salarios” * “salarios del personal excepto jerárquico”) / (“UDT” * “Tipo de cambio”)

Máquinas y Herramientas

En este rubro se incluye el “Costo Anual Equivalente CAE de las Máquinas y Herramientas” y la “Reparación y Mantenimiento de Máquinas y Herramientas”.

Se supuso que la inversión en este concepto es una proporción de la inversión en Material Rodante, puesto que ambos guardan una estrecha relación: la cantidad de locomotoras y vagones establecen el tamaño del taller y sus requerimientos, así como de los equipos complementarios que hacen a la operación en general.

En el caso de la inversión se estableció una vida útil promedio de 20 años, y un valor residual del 10%. Suponiendo una tasa de descuento dada, el cálculo es el tradicional.

En el caso de la Reparación y Mantenimiento, se aplicó un coeficiente de conservación a la inversión a realizar.

Costo específico 10 Máquinas y Herramientas: (“costo anual equivalente de máquinas y herramientas en u\$s”) + (“inversión en material rodante en u\$s” * “% de inversión en maq. y herram. respecto a inversión en mat. rod.” * “coeficiente de conservación de maq. y herram. respecto a inversión en maq. y herram.”) / “UDT”

Inmuebles

Tal como en el rubro anterior, el presente también se divide en “Costo Anual Equivalente CAE de Inmuebles” y la “Reparación y Mantenimiento de Inmuebles”.

Para dimensionar las necesidades de espacio de taller, administración y terrenos en general (hectáreas a cielo abierto), se establecieron sendas relaciones entre la cantidad de metros de cada tipo de inmueble y la cantidad de locomotoras y vagones, de acuerdo a información provista por Ferrosur Roca.

Aplicando un precio al metro cuadrado de cada uno, se obtiene la inversión a realizar.



En el caso del CAE, se contempla sólo el referido a edificios de taller y administración. Los terrenos se consideran un recurso natural del que ya dispone el sistema ferroviario, y no representa un costo imputable al actual esquema. Se establece, para los edificios, una vida útil de 50 años, y un valor residual del 20%.

Respecto a la reparación y mantenimiento, sobre la inversión se aplica un coeficiente de conservación anual diferente para edificios, y para terrenos.

Costo específico 11 Inmuebles: (“costo anual equivalente de inmuebles en \$ -excepto terrenos-”) + (“inversión en inmuebles en \$ -excepto terrenos-” * “coeficiente de conservación anual de edificios” + (“inversión en terrenos en \$” * “coeficiente de conservación anual de terrenos”) / (“UDT” * “Tipo de cambio”)

Impuestos y Tasas Municipales

Este rubro incluye los siguientes impuestos y tasas municipales, las cuales se aplican sobre la valuación fiscal de los inmuebles:

- Alumbrado, barrido y limpieza
- Contribución territorial

Costo específico 12 Impuestos y Tasas Municipales: [“inversión en inmuebles” * “coeficiente valuación fiscal respecto a valuación venal” * (“tasa de ABL” + “tasa de contribución territorial”)] / (“UDT” * “Tipo de cambio”)

Peajes

En esta versión no se incluyen los costos relativos a peajes (pago por el uso de infraestructura ajena a la empresa). Se supone que los trenes no ingresan a zonas en donde deban abonar dicho concepto. Si el esquema de operación del sistema ferroviario fuera de “acceso abierto” la circulación de trenes en vías de terceros (el administrador de la infraestructura) generaría una erogación para la empresa operadora ferroviaria. Como no es el caso, los pagos por uso de la vía, “peajes” son nulos, salvo que, como se mencionó, la operación discurriera (parcial o totalmente) en vías de terceros.

Gastos Generales

Se incluyen todos aquellos gastos no contemplados en los rubros anteriores (artículos de limpieza, papelería, elementos de oficina, energía eléctrica, etc.).

Siguiendo otras metodologías de cálculos de costos, y con un criterio simplificador, se estableció este costo específico como un 3% del costo total (excluidos los impuestos nacionales y provinciales).



Costo específico 14 Gastos Generales: (“Subtotal sin Gastos Generales” * “coeficiente de gastos generales”) / (1 - “alícuota de impuesto a los IIBB” - “coeficiente de gastos generales”)

Impuestos Nacionales y Provinciales

Es la suma de los impuestos nacionales y provinciales.

Sobre los nacionales, corresponde el impuesto a los créditos y débitos bancarios. Actualmente, la alícuota se sitúa en 0.6% para cada uno, el cual se aplica al “Costo Total Sin Impuestos”.

Respecto a los provinciales, se calcula el impuesto a los ingresos brutos. Se obtiene aplicando la misma metodología que en el caso de los “Gastos Generales”. La alícuota del impuesto a los IIBB se estableció en 1.5%.

Costo específico 15 Impuestos Nacionales y Provinciales: [(“alícuota de impuesto a los débitos” + “alícuota de impuesto a los créditos”) * “Costo Total sin Impuestos”] + [(“Subtotal sin Gastos Generales” * “alícuota de impuesto a los IIBB”) / (1 - “alícuota de impuesto a los IIBB” - “coeficiente de gastos generales”)]



COSTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA

Tipos de Intervención

En el caso de la infraestructura se estableció la posibilidad de determinar las siguientes intervenciones:

- Renovación
- Mejoramiento pesado
- Mejoramiento liviano
- Mejoramiento semi-pesado
- Mejoramiento definido por el usuario

La renovación implica el recambio de todos los componentes de la superestructura de vía por otros nuevos. Los elementos estructurales también pueden llegar a ser sujeto de cambio, aunque no necesariamente. Las renovaciones suelen tener por objetivo el aumento de estándar en las condiciones operativas y de capacidad.

Por su parte, los mejoramientos consisten en el recambio parcial de componentes a los efectos de mejorar condiciones de seguridad que minimicen riesgos de descarrilamientos o incluso de poder circular en ramales con operación a demanda. En general, con un mejoramiento se busca reponer capacidad productiva desgastada.

La intervención de las obras de arte (ODA), aparatos de vía (ADV) y pasos a nivel (PAN) se determina en forma separada y puede variar según se realice un mejoramiento o una renovación de la vía.

Renovación

Esta renovación responde a un estándar de capacidad portante de 22 toneladas por eje. Los sobrecostos generados por llevar el estándar a mayores tonelajes deben calcularse en función de estudios de suelos específicamente realizados en cada tramo o corredor. Se tuvieron en cuenta las siguientes tareas:

- Ingeniería y proyecto ejecutivo
- Replanteo topográfico
- Desbosque, destronque y limpieza de la zona de vía
- Desarme, retiro y clasificación de la vía existente
- Tratamiento de la plataforma, incluyendo tratamiento de suelo
- Colocación de geotextil
- Provisión y colocación de balasto y levantes
- Armado y montaje de vía nueva
- Soldaduras
- Liberación de tensiones
- Terminado mecanizado
- Limpieza de desagües



A. RELEVAMIENTO, PROYECTO EJECUTIVO Y REPLANTEO

Esta tarea se considera como un ítem global. Estas son estándar en la obra ferroviaria. El relevamiento implica la recopilación de datos sobre el estado actual de la zona de vía a mejorar. El proyecto ejecutivo incluye altimetría, planimetría, planos de secciones transversales, estudios de suelos, estudios hidráulicos e hidrológicos, planos de detalle de ADV, PAN, ODA, estaciones y cualquier otra singularidad que presente la vía.

El replanteo implica definir las cotas a las que quedará la vía mejorada.

B. DESBOSQUE – DESTRONQUE -LIMPIEZA DE ZONA DE VÍA

La limpieza de vía se plantea con equipos mecánicos medianos a pesados. Además un camión para su traslado y disposición.

Se considera por metro lineal de vía.

C. DESARME, RETIRO Y CLASIFICACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE

Esta tarea rige para los trabajos de retiro, desarme, traslado y almacenaje de una estructura de vía existente.

La metodología puede ser:

- Mediante pórticos se eleva el tramo de vía, para cargarlo sobre chatas ferroviarias y trasladarlo al obrador. Los tramos se desarman y sus componentes se clasifican conforme a norma en el obrador.
- Desarme manual trasladando los rieles a ambos lados mediante portiquines, de modo que después puedan ser utilizados provisoriamente por un pórtico para la instalación de la vía nueva. Los durmientes, rieles, eclisas, bulones con sus respectivas tuercas y fijaciones se trasladan al obrador donde se clasifican y acondicionan.

D. TRATAMIENTO DE LA PLATAFORMA, INCLUYENDO TRATAMIENTO DE SUELO

El tratamiento de la plataforma consiste en su perfilado según norma, a los fines que adopte una sección transversal que permita la rápida salida de las aguas que caen en la vía.

No se consideran intervenciones importantes en el mejoramiento de los suelos, ya que para la estimación precisa de estos montos se debe contar con los estudios de suelo del lugar. Esto puede variar sensiblemente en función del lugar que se estudie.

E. COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL

La tarea incluye la provisión y colocación de mantos tipo geotextil no tejidos a lo largo de toda la traza, los cuales se colocan en la interfase entre el suelo y la piedra balasto, o entre el sub-balasto y el balasto nuevo, evitando así la contaminación del mismo y el bombeo de partículas finas de suelo. Los mismos se colocan desenrollando rollos de al menos 4 m de ancho por 50m de longitud, con un empalme de mallas no menor de 50 cm por lado a empalmar.

F. PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE BALASTO Y LEVANTES



La vía nueva se monta sobre una cama de balasto y sub balasto –siempre que sea posible- de piedra según “LAS NORMAS TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y RENOVACIÓN DE VÍAS RESOLUCIÓN 887/96” - Y LA “NORMA FA 7040/75 - BALASTO GRADO A

El material debe provenir de roca granítica de cantera no fluvial, de piedra partida con forma poliédrica de aristas vivas; la granulometría debe ser para capa de bateado, debiendo cumplir con las curvas granulométricas y demás ensayos aprobados por la Norma FA 7040/75.

El Contratista deberá manipular y conservar adecuadamente el balasto a utilizar para la obra, acondicionando el lugar de acopio, realizando su limpieza y nivelación y las dársenas de descarga y rampas de carga, y los tendidos de vías y enlaces provisionarios que resultasen necesarios.

Los primeros levantes deberán efectuarse por medios manuales a los efectos de no dañar la malla Geotextil, el equipo mecanizado será utilizado recién en los levantes restantes que serán de a no más de 10 cm por vez.

Del mismo modo, paralelamente a la ejecución de los levantes se procederá a reperfilar y compactar con máquina el talud de la cama de balasto. La compactación deberá realizarse con compactadoras de cajas.

G. ARMADO Y MONTAJE DE VÍA NUEVA

La obra prevé la construcción de una vía conformando el Riel Largo Soldado (RLS) montado con fijaciones elásticas sobre durmientes de hormigón armado pretensado.

H. SOLDADURAS

Las soldaduras en sitio tanto para la conformación del RLS o la confección de cupones para empalmes se podrán realizar según el método aluminotérmico por fusión.

I. LIBERACIÓN DE TENSIONES

La liberación de tensiones se realiza luego de finalizada la tareas de “Colocación de Balasto de Piedra y Levante de Vías Nuevas”, o sea, cuando se encuentre terminado el levante que permita llegar a cota de proyecto.

La tarea se concreta según Norma *NTVO N°9: “Colocación, Vigilancia y Conservación de los Rieles Largos Soldados”* del Catálogo de Normas de Vía y Obras de la Normativa Ferroviaria de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte.

J. TERMINADO MECANIZADO

El último levante y la nivelación definitiva de la vía se realizará en forma mecanizada con bateadoras-aponadoras-alineadoras-niveladoras (BAN).

K. LIMPIEZA DE DESAGÜES



La tarea consta del acondicionamiento los desagües transversales a la vía materializados por puentes o alcantarillas. A tales efectos, estos desagües deberán ser puestos a punto por tramos, tanto “aguas arriba” como “aguas abajo”, en longitudes mínimas de CINCUENTA (50) metros respectivamente.

La limpieza comprende el retiro de todos los residuos sólidos, líquidos y semilíquidos depositados en el cauce hasta lograr el pleno restablecimiento de las condiciones de escurrimiento.

L. PRECIO DE RENOVACIÓN

Se calculó el precio de una renovación estándar, considerando las tareas precedentes⁷, que son las que la Administración de Infraestructura Ferroviaria (ADIF) suele incluir en sus Licitaciones.

M. VARIABLES PARA LA ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE UNA RENOVACIÓN

La estimación del precio del kilómetro de vía corrida renovada se consideró en función de dos variables, la zona geográfica donde se realiza la obra y la trocha de la línea renovada.

El valor de la trocha de la línea a renovar es universalmente conocido. Las líneas operadas por NCA, FEPSA, Ferrosur Roca y Belgrano Cargas y Logística División San Martín lo hacen con trocha ancha de 1676 mm. Belgrano Cargas y Logística División Urquiza lo hace con trocha estándar o internacional de 1435 mm y por último Belgrano Cargas y Logística División Belgrano lo hace con trocha angosta o métrica, de precisamente 1 metro o 1000 mm.

Las zonas geográficas consideradas son siete y guardan relación con las establecidas en el Convenio Colectivo de Trabajo de la UOCRA,

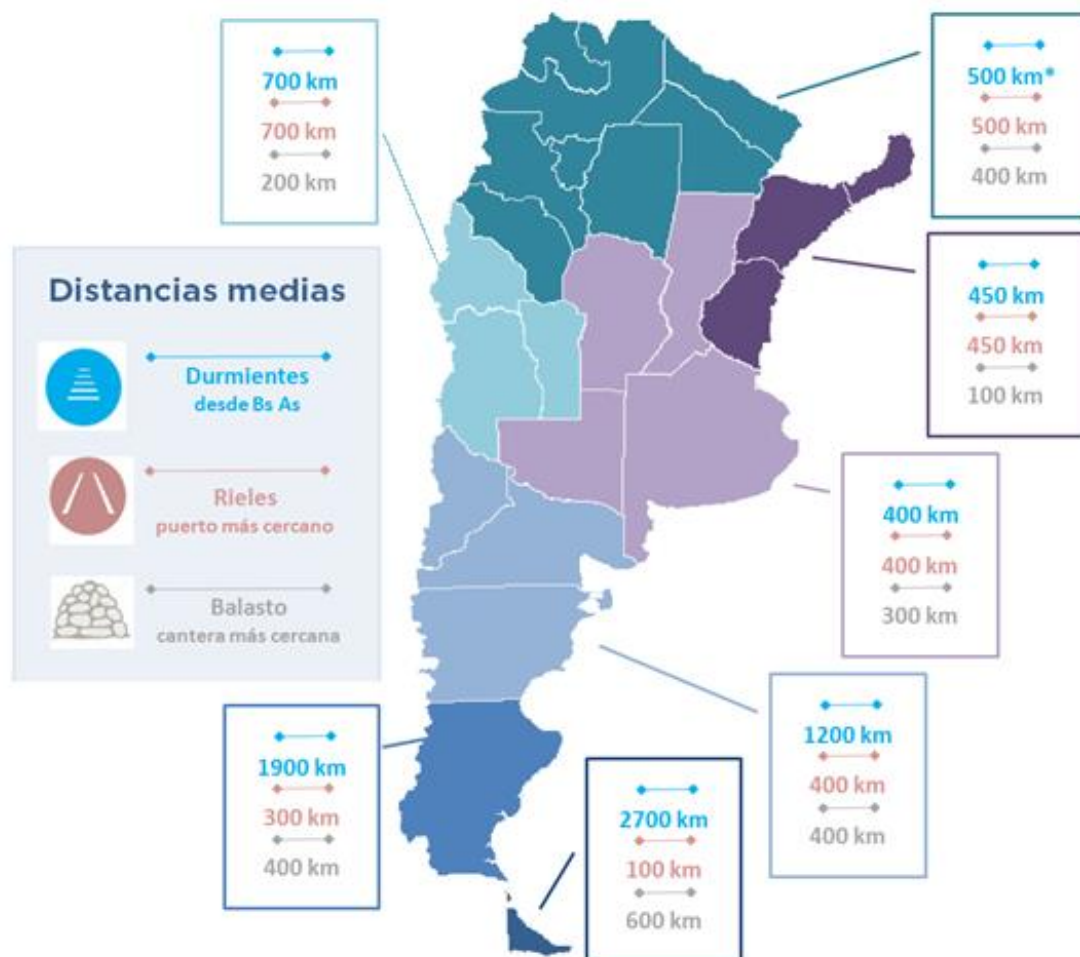
Las provincias que componen cada zona se detalla en la siguiente tabla:

Zona	Provincias
Centro	CABA, Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba y La Pampa
Norte	Santiago del Estero, Catamarca, Jujuy, Formosa, La Rioja, Salta, Tucumán y Chaco.
Mesopotamia	Corrientes, Misiones y Entre Ríos.
Cuyo	Mendoza, San Luis y San Juan.
Patagonia	Neuquén, Río Negro y Chubut
Patagonia 2	Santa Cruz
Patagonia 3	Tierra del Fuego

Las distancias de transporte consideradas en el presupuesto de una renovación tipo de vía se diferencian según las zonas para 3 componentes, los más relevantes, que son durmientes, rieles y fijaciones. En cada zona las distancias medias de transporte supuestas son las siguientes:

⁷ Como puede apreciarse, corresponden a tareas de la renovación de vía corrida exclusivamente.





Mejoramiento Pesado

El objetivo de los trabajos consiste en elevar el estándar de la vía al original por un período de 5 a 10 años, en función del tráfico de la línea.

El mejoramiento pesado contempla las siguientes tareas:

- Relevamiento, proyecto ejecutivo y replanteo
- Limpieza de zona de vía – desmalezado
- Cambio de fijaciones, donde se mantienen los durmientes, con tirafondos, donde se cambian los durmientes con Pandrol Gauge Lock (20%)
- Durmientes: Verificación de la escuadría y cambio del 60%.
- Juntas: Calibrado de las juntas y recambio de todos los bulones de eclisas.
- Balasto: Recomposición del perfil (1000 ton de piedra balasto por km).
- Cambio de rieles (hasta 30%).
- Soldado de rieles a 36m. (se despunta el 100% de las juntas)

Se utilizan equipo mecanizados BAN (bateadora, alineadora, niveladora) para bateo, alineación y nivelación, generalmente denominados por su marca (Plasser).

El presupuesto fue calculado para una obra tipo de 100 kilómetros a realizarse en 5 meses. Se consideraron 20 días efectivos de trabajo por mes. La escala de la obra aplica a esas cantidades. Por lo tanto, es atribuible a frentes de obra de longitudes similares.

A. RELEVAMIENTO, PROYECTO EJECUTIVO Y REPLANTEO

Esta tarea se considera como un ítem global. Estas son estándar en la obra ferroviaria. El relevamiento implica la recopilación de datos sobre el estado actual de la zona de vía a mejorar. El proyecto ejecutivo, si bien en los mejoramientos no implica la elaboración de planos y demás al reconstituirse el estado previo de la vía, se consideró en caso de alguna intervención puntual, especialmente en Aparatos de vía u obras de arte. El replanteo implica definir las cotas a las que quedará la vía mejorada.

B. LIMPIEZA DE ZONA DE VÍA – DESMALEZADO

La limpieza de vía se plantea con equipos desmalezadores manuales, retropala y otros equipos chicos. Además un camión para su traslado y disposición.

Se considera por metro lineal de vía.

C. CAMBIO DE FIJACIONES

En las partes donde los durmientes acepten una nueva clavadura, o donde haya faltante de fijaciones se plantea su provisión y colocación con elementos nuevos.

En el mejoramiento pesado se plantea un recambio de las fijaciones correspondientes al 20% de los durmientes. Comprende el afloje de las fijaciones existentes y la provisión, transporte, colocación y apriete de tirafondos nuevos. Para estimar la cantidad de fijaciones se supuso una vía con 1.722 durmientes/km.

Se considera por metro lineal de vía.

D. CAMBIO DE DURMIENTES CON FIJACIONES ELÁSTICAS TIPO PANDROL GAUGE LOCK

En aquellos sectores en peor estado de conservación y no coincidentes con los del punto anterior, se plantea el cambio del conjunto durmientes – fijación, asegurando así corredores de trocha bajo normativa.

Se plantea un recambio del 60% de los durmientes. Junto con el punto anterior más los de tratamiento de AdV y Oda, implica que se recambia más del 80% de las fijaciones del tramo.

Incluye la provisión y transporte de durmientes de madera nuevos de quebracho de 0,12 x 0,24 x 2,70m, y del sistema de fijación tipo Pandrol Gauge Lock. Este sistema de fijación es del tipo elástico, es decir que mantiene su estado inicial al paso de las formaciones. Esto permite prolongar la vida útil de la fijación, asegurando el apriete del riel al durmiente durante un período significativamente más prolongado. Por lo tanto, el emparrillado sufre menores deformaciones y todos sus componentes alargan su vida útil.

Se considera por unidad de durmiente completo colocado.

E. TRATAMIENTO DE JUNTAS



En el mantenimiento pesado se plantea llevar vías con barras de 12 metros a un estándar de 36. Las juntas que se mantienen (cada 36 metros) se tratan para su correcto funcionamiento. Esto implica la provisión y transporte de eclisas, bulones y arandelas nuevos.

Se considera por junta tratada.

F. TRATAMIENTO MECANIZADO PESADO CON APORTE DE BALASTO 1000 TN/KM

El tratamiento mecanizado consiste en las pasadas sucesivas de un equipo denominado bateadora alineadora niveladora (BAN) que pone la vía en cota de proyecto, corrige imperfecciones de alineación y compacta la capa de balasto.

Asistiendo a dicha máquina, debe colocarse balasto en la vía, para poder levantar la vía donde lo requiera, permitiendo así que la BAN opere.

La colocación de balasto, debido a las grandes cantidades debe hacerse mediante un tren balastero, una formación compuesta por una locomotora y vagones tolva que dispuestos sobre la vía, abren compuertas que permiten que la piedra caiga directamente sobre la vía.

Luego de situada la vía, debe intervenir otro equipamiento, denominado perfiladora de balasto, que le da la forma al perfil transversal según norma.

A mayor cantidad de toneladas de balasto que se aporten y mayores pasadas de los equipos, se obtendrá una mejor calidad de vía.

Se considera por metro lineal de vía.

G. DESPUNTE DE RIELES

Adicional a lo descrito en el punto “Tratamiento de juntas”, se despuntarán ambos rieles del 100% de las juntas remanentes. Esta tarea consiste en el corte de los últimos 50 centímetros de cada barra, donde el riel ha sufrido los golpes por la operación habitual de las juntas.

Se considera por despunte realizado.

H. SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

Se plantea la ejecución de soldaduras aluminotérmicas con el objetivo de uniformizar la longitud de las barras a 36 metros, a través del trabajo de dos cuadrillas simultáneas.

Siendo el mantenimiento de las juntas la tarea que mayores recursos requiere en una vía eclisada, la soldadura implica la unión de los dos rieles contiguos, estableciéndose una superficie de rodadura continua. Además de la reducción de costos en el mantenimiento, esto aumenta las condiciones de seguridad y confort.

Se considera por soldadura ejecutada.

I. CAMBIO DE RIELES



Se prevé el reemplazo de ambos rieles en un 30% de la vía en función del mal estado de los mismos. Se considera por metro de riel reemplazado.

Mejoramiento Liviano

El objetivo de los trabajos consiste en mantener el estándar de la vía al momento de su intervención por un período de 2 a 5 años, en función del tráfico de la línea.

Los trabajos que incluyen esta actuación se enumeran a continuación:

- Fijaciones: Reemplazo de la fijaciones (30%).
- Durmientes: Verificación de la escuadría y cambio del 30%.
- Juntas: verificación del estado de las eclisas y bulones y recambio cuando sea necesario del 100% de las juntas.
- Despunte de rieles (100%).
- Balasto: Recomposición del perfil de balasto (300 ton de piedra balasto por km).
- Cambio de rieles (hasta 10%).

Se considera que no es posible realizar un mejoramiento liviano en vías apoyadas sobre balasto de tierra ni con balasto colmatado. Por lo tanto, se plantea un mejoramiento liviano en vías con balasto de piedra.

Mejoramiento Semi Pesado

Una intervención intermedia entre el mejoramiento pesado y el liviano es el mejoramiento semi-pesado que implica la misma intervención que el liviano, con la intensificación del aporte de piedra y su bateado.

Mejoramiento definido por el Usuario

El usuario define los porcentajes a intervenir de las siguientes variables:

Fijaciones a cambiar	%	80%
Cambio de durmientes con PGL	%	50%
Longitud barras existente	m	12
Longitud barras futura	m	12
Juntas futuras a tratar	%	60%
Reemplazo de eclisas de las juntas a tratar	%	60%
Aporte de balasto del mecanizado	tn/km	800
Reemplazo de barras de rieles	%	60%



Costo específico de la Infraestructura

Para determinar el costo específico se calcula el costo anual equivalente de la inversión realizada (costo por km * cantidad de kms de obra) suponiendo una vida útil y un valor residual para cada tipo de intervención como se muestra en el cuadro siguiente:

Intervención	Vida Útil	Valor Residual
Renovación	40	5%
Mejoramiento Pesado	15	0%
Mejoramiento Liviano	7	0%
Mejoramiento Semi-Pesado	10	0%
Mejoramiento definido por usuario	Definido por el usuario (10 años por defecto)	0%
Obras de Arte	50	5%
Aparatos de Vía	20	5%
Pasos a Nivel	40	5%

Costo específico INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA: (“costo anual equivalente de renovación” + “costo anual equivalente de mejoramiento pesado” + “costo anual equivalente de mejoramiento liviano” + “costo anual equivalente de mejoramiento semi-pesado” + “costo anual equivalente de ODA” + “costo anual equivalente de ADV” + “costo anual equivalente de PAN”) / “UDT”



COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

Tipos de Mantenimiento

En el caso del Mantenimiento de Vía se utilizó como base de información el informe “Costos y Tipologías de Mantenimiento de Vía”⁸, el cual fue adaptado a las necesidades del presente modelo.

El análisis establece los costos de mantenimiento según la normativa vigente, utilizando el “método cíclico” aplicado a vías con durmientes de madera. Con los datos del tramo a simular (toneladas anuales, capacidad portante, trocha), el modelo calcula el ciclo de mantenimiento a aplicar, es decir, la cantidad de años que debe transcurrir entre un trabajo y el siguiente, para cada km de vía.

En este punto vale la pena mencionar que al realizar el cálculo para un conjunto de tramos que presenten distintas densidades de tráfico (por ejemplo, cuando se simula toda la red de un operador), se podrían estar sobervaluando las necesidades de mantenimiento de una parte de esos tramos. Es decir, un tramo de alta densidad podría estar determinando un ciclo más corto de mantenimiento, excediendo las necesidades del resto de la red.

Los tipos de mantenimiento incluidos son:

Código	Tipo de vía	Personal	Mantenimiento	Mecanizado
MA1	Durmientes de madera	Propio	Manual	No
MA2	Durmientes de madera	Contratado	Manual	No
ME1	Durmientes de madera	Propio	Trabajos previos	Pesado
ME2	Durmientes de hormigón	Propio	Trabajos previos	Pesado

MA1 - Manual con personal propio

Esta tipología de mantenimiento incluye las siguientes tareas:

- Depuración parcial de balasto
- Reemplazo parcial de durmientes
- Tratamiento de fijaciones
- Aporte de piedra de balasto
- Tratamiento de juntas mecánicas
- Nivelación, alineación y compactación manual de vía
- Otros trabajos menores

Por su parte, la cuadrilla de vía tipo supone: 1 capataz de vía, 1 subcapataz, 2 oficiales especializados, 16 operarios de vía, 1 camión para materiales y equipos (puede abastecer hasta 5 cuadrillas), 1 vehículo carretero para el transporte del personal.

⁸ Realizado por la Sub Gerencia de Vía y Obra de Operadora Ferroviaria S.E. – Enero de 2016



Una vez establecida la productividad de los equipos de trabajo (cantidad de kms por mes y año), y con el dato de cantidad de kms a mantener por año (a partir del ciclo definido), se establece la cantidad de cuadrillas necesarias.

Asimismo, se determinan los materiales necesarios: durmientes, balasto, fijaciones, eclisas, bulones, y varios.

De esta forma el costo específico se determina de la siguiente manera:

Costo específico MA1: (“costo anual empresa personal por cuadrilla” * “cantidad de cuadrillas” + “costo anual unitario alquiler de equipos” * “cantidad de equipos” + “costo anual unitario materiales” * “cantidad de materiales”) / (“UDT” * “tipo de cambio”)

MA2 - Manual con personal contratado

Este tipo de mantenimiento es análogo al anterior. La única diferencia radica en el costo de la cuadrilla, mayor en este caso, en conjunto con una productividad anual, en este caso, más alta.

Costo específico MA2: (“costo anual cuadrilla incluye vehículos” * “cantidad de cuadrillas” + “costo anual unitario materiales” * “cantidad de materiales”) / (“UDT” * “tipo de cambio”)

ME1 - Mecanizado en durmientes de madera

El tipo de mantenimiento ME1 implica un mecanizado pesado de vía con durmientes de madera y trabajos previos realizados con personal propio.

Se utilizan los siguientes equipos:

- Bateadora 16 bates (2 unidades)
- Perfiladora de balasto
- Estabilizadora
- Esmeriladora de rieles: realiza su trabajo a demanda según el estado de los rieles
- Dresina: inspecciona constantemente las vías.

Si bien la incorporación de dichos equipos permitiría que los trabajos de mantenimiento se realicen a la demanda, es decir, cuando las condiciones de la vía así lo requieran, en esta versión del modelo se calculan las necesidades de mantenimiento de acuerdo a los ciclos establecidos previamente.

Para la utilización de los equipos se calculan las necesidades de personal.

Por su parte, los trabajos previos que se deben realizar para poder utilizar los equipos de mecanizado son los que se realizan para el mantenimiento de vía:

- Depuración parcial de balasto
- Reemplazo parcial de durmientes
- Tratamiento de fijaciones



- Aporte de piedra balasto
- Tratamiento de juntas mecánicas

Teniendo en cuenta una productividad mayor respecto a los mantenimientos MA1 y MA2, dado que no se deben realizar los trabajos de restauración geométrica y compactación del balasto (realizados por los equipos mecanizados), se calcula, al igual que antes, la cantidad de cuadrillas y materiales necesarios.

De esta forma, el costo específico del mantenimiento ME1 se determina agregando el costo específico de los equipos mecanizados y su operación, de las cuadrillas y de los materiales.

Costo específico ME1: (“costo equipos mecanizados por km” * “cantidad de kms año de mecanizado” + “costo anual cuadrilla incluye vehículos” * “cantidad de cuadrillas” + “costo anual unitario materiales” * “cantidad de materiales”)
/ (“UDT” * “tipo de cambio”)

ME2 - Mecanizado en durmientes de hormigón

Para las vías en durmientes de hormigón, los trabajos previos decrecen ya que las vías son renovadas con fijaciones doblemente elásticas, y rieles largos soldados que anulan las juntas mecánicas. De esta forma, los trabajos previos se circunscriben a los siguientes ítems:

- Depuración parcial de balasto
- Reemplazo parcial de durmientes
- Aporte de piedra balasto

Esto genera que el rendimiento por cuadrilla aumente considerablemente. También son menores los requerimientos de materiales.

El cálculo es análogo al realizado para el ME1.

Costo específico ME2: (“costo equipos mecanizados por km” * “cantidad de kms año de mecanizado” + “costo anual cuadrilla incluye vehículos” * “cantidad de cuadrillas” + “costo anual unitario materiales” * “cantidad de materiales”)
/ (“UDT” * “tipo de cambio”)



PRÓXIMOS PASOS

El COSFER se encuentra en constante desarrollo. En la próxima versión se espera:

- Desagregar los costos relativos al control de tráfico en un cuarto grupo, diferenciado de la parte de movilidad.
- Incluir distintos tipos de señalamiento en el apartado de inversión en infraestructura.
- Profundizar el impacto que tiene el tipo y tamaño de los trenes en distintos aspectos del modelo: requerimientos de personal, variación en el consumo de combustible, diferenciales en inversión en infraestructura por necesidades de desvíos de cruce, etc.
- Incorporar las observaciones realizadas por terceros.

BIBLIOGRAFÍA

- Badaraco, Ernesto; Calzada, Julio y Fraguío, Martín. “Soluciones para la logística del transporte de granos del NOA/NEA al Gran Rosario”. Bolsa de Comercio de Rosario, noviembre, 2015.
- Bermúdez, Guillermo; Moya, Ramiro y Viglione, Abel. “El transporte interno y su incidencia sobre los precios finales”. FIEL, julio 2016.
- Benassi, Agustín y Muller, Alberto. “Un modelo de costos para el transporte terrestre de cargas en Argentina”. CESPA, FCE, UBA. Documento de trabajo N° 41. Buenos Aires, 2015.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). “El Transporte de Carga por Ferrocarril, Infraestructura y Servicios Logísticos en Argentina”. Seminario de transporte ferroviario. San Pablo, 2009.
- Carruthers, Robin; Gauthier, Grégoire y Millán Placci, Florencia. “Logística de la soja. Argentina – Paraguay – Uruguay”. Banco Mundial, Series de Informes Técnicos N° 4. 2016.
- Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de La Plata. “Estudio de prefactibilidad técnica, socioeconómica, ambiental, financiera y de ingeniería, para la vinculación entre las obras previstas en el Plan Circunvalar Rosario, la infraestructura del Corredor Ferroviario Zárate-Campana y el Puerto de La Plata, a través de la traza de la Ruta Provincial N° 6”. Informe Final. Ministerio del Interior y Transporte, 2015.
- Kohon, Jorge. “Situación actual de los sistemas ferroviarios como parte de los proyectos de integración de Mesoamérica”. BID, 2015.
- Kohon, Jorge. “Información estadística sobre los ferrocarriles de carga de Latinoamérica y el Caribe”. Observatorio Regional de Carga y Logística. BID, 2013
- Kohon Jorge. “Más y Mejores Trenes: Cambiando la Matriz de Transporte en América Latina y el Caribe”. BID, 2011
- Libra Ingenieros Consultores Ltda. “Metodología y evaluación de líneas ferroviarias”. Informe de avance N° 2. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú / CAF. 2011



- Mandril, Luciano Raúl. “Desarrollo de un Sistema de Planificación para la asignación de Recursos aplicable al actual Sistema Ferroviario Argentino de Cargas”. Tesina. Universidad Abierta Iberoamericana. Buenos Aires, 2008.
- Mesquita Moreira, Mauricio. “Muy lejos para exportar Los costos internos de transporte y las disparidades en las exportaciones regionales en América Latina y el Caribe”. BID, 2013.
- Nuevos Ferrocarriles Argentinos, Cargas y Logística. “Modelo de planificación integral de transporte ferroviario de cargas”. Gerencia de Planeamiento. Buenos Aires, 2016.
- Nuevos Ferrocarriles Argentinos, Cargas y Logística. “Análisis de costos y tipologías de mantenimiento de vía”. Subgerencia de Vía y Obras. Buenos Aires, 2016.
- Operadora Ferroviaria S.E. Sub Gerencia de Vía y Obra. “Costos y Tipologías de Mantenimiento de Vía”. Buenos Aires, 2016
- Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Automóviles y Camiones. “Estudio de Costes del transporte de mercancías por ferrocarril”. ANFAC, España, 2009.
- Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Automóviles y Camiones. “Estudio comparativo de costes del transporte de mercancías por ferrocarril en España, Francia y Alemania”. ANFAC, España, 2010.
- Sterr Davies Glave. “Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana”. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Chile, 2011.
- Zubizarreta, Luis. “Logística eficiente; pieza fundamental para el desarrollo e integración. Plan Belgrano”. Seminario de la Cadena de la Soja Argentina. Bolsa de Comercio de Rosario, junio 2016.

