

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.-Generalidades.-

El primer paso para producir un modelo de evaluación de proyectos de carreteras lo dio en 1968 el Banco Mundial. El primer modelo se produjo como respuesta a los términos de referencia para un estudio de diseño de carreteras producido por el Banco Mundial conjuntamente con el Transport and Road Research Laboratory (TRRL) y el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC). Posteriormente, el Banco Mundial encargó al Massachusetts Institute of Technology (MIT) la realización de un estudio de la bibliografía existente y la construcción de un modelo basado en la información disponible. El modelo resultante - Highway Cost Model (HCM) – producido por el MIT (Moavenzadeh 1971, 1972) supuso un considerable avance sobre otros modelos utilizados para examinar las interacciones entre, Costes de las obras y Costes de operación de vehículos.

El modelo HCM resaltaba las áreas donde era necesaria una mayor investigación para proporcionar un modelo que fuese más adecuado para entornos de países en desarrollo, con relaciones adicionales específicas de ese entorno.

Como continuación de lo anterior, TRRL, en colaboración con el Banco Mundial, llevó a cabo un importante estudio de campo en Kenya para investigar el deterioro de carreteras pavimentadas y no pavimentadas, así como los factores que afectan a los costes de operación de vehículos en un país en desarrollo. Los resultados de este estudio fueron utilizados por TRRL para producir la primera versión prototipo del Modelo de Inversión en Transporte por Carretera (Road Transport Investment Model (RTIM)) para países en desarrollo (*Abaynayaka*, 1977). En 1976, el Banco Mundial financió nuevos desarrollos del HCM en el MIT que produjo la primera versión del Modelo de estándares de diseño y conservación de carreteras (Highway Design and Maintenance Standards model (HDM)) (*Harral*, 1979).

Los resultados de los estudios TRRL se usaron para desarrollar el modelo RTIM2 (*Parsley and Robinson*, 1982), mientras que el Banco Mundial desarrolló un modelo más completo que incorporaba lo averiguado en todos los estudios anteriores y esto condujo a HDM-III (*Watanatada et al*, 1987). Ambos modelos fueron diseñados originalmente para operar en ordenadores centrales y, a medida que la tecnología informática fue avanzando, la Universidad de Birmingham (*Kerali et al*, 1985) produjo una versión para microordenadores del RTIM2 para TRRL. Posteriormente, el Banco Mundial produjo HDM-PC, una versión para microordenadores de HDM-III (*Archondo-Callao y Purohit*, 1989).

Se siguieron desarrollando ambos modelos y TRRL produjo RTIM3 en 1993 para ofrecer una versión del software fácil de usar, en forma de hoja de cálculo (*Cundill y Withnall*, 1995), y en 1994, el Banco Mundial produjo dos versiones más de HDM:

HDM-Q: Incorporaba los efectos de la congestión de tráfico en el programa HDM-III (*Hoban*, 1987).

HDM Manager: Proporcionaba una interfaz de usuario a HDM-III (*Archondo-Callao*, 1994).

El modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras (*Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-III)*), desarrollado por el Banco Mundial, se viene usando desde hace más de dos décadas para combinar la evaluación técnica y económica de proyectos, preparar programas de inversión y analizar estrategias de redes de carreteras. El Estudio internacional del desarrollo y gestión de carreteras (*International Study of Highway Development and Management (ISOHDM)*) ha sido realizado para ampliar el ámbito del modelo HDM-III y para armonizar los sistemas de gestión de carreteras, con herramientas de software adaptables y fáciles de usar. Esto ha dado como resultado la Herramienta de desarrollo y gestión de carreteras (*Highway Development and Management Tool (HDM4)*).

Objetivos del desarrollo de HDM-4.- Se han utilizado ampliamente distintas versiones de los modelos en diversos países que han sido fundamentales para justificar los cada vez mayores presupuestos de conservación y rehabilitación de carreteras en muchos de ellos. Los modelos se utilizaron para investigar la viabilidad económica de proyectos en más de 100 países y para optimizar los beneficios económicos de usuarios de carreteras bajo diferentes niveles de gastos. Como tal, proporcionan avanzadas herramientas de análisis de inversiones en carreteras, con unas posibilidades de aplicación muy amplias en diversos climas y condiciones. Sin embargo, se reconoció la necesidad de un nuevo desarrollo fundamental de los distintos modelos para incorporar una gama más amplia de firmes y condiciones de uso e incorporar las prácticas y expectativas informáticas más modernas.

Las relaciones técnicas contenidas en los modelos RTIM3 y HDM-III tenían más de 10 años de antigüedad en el año 1995. Aunque muchos modelos de deterioro de carreteras eran todavía válidos, existía la necesidad de incorporar los resultados de las muchas investigaciones realizadas en todo el mundo en ese período. En el caso de costes de operación de vehículos, se reconocía que la tecnología de éstos había mejorado mucho desde 1980, por lo cual los costes típicos de operación podrían ser bastante menores que los obtenidos en las predicciones de los modelos RTIM3 y HDM-III. Por lo tanto, era necesario actualizar las relaciones técnicas para reflejar los últimos avances. Aunque muchas aplicaciones de los distintos modelos se habían utilizado en países en desarrollo, en los últimos años muchos países industrializados comenzaron a utilizar el modelo.

La utilización de HDM-4 se hace conveniente principalmente por las siguientes razones:

La aparición de nuevas condiciones tanto en materia económica como técnica y la necesidad de incluir más factores que antes no se tomaban en cuenta (factores climáticos, medioambientales, seguridad vial, efectos de la congestión de tránsito, etc.).

La necesidad de jerarquizar las inversiones en proyectos carreteros, realizando una optimización de los recursos disponibles y previendo la influencia de condiciones futuras en su estado.

Desarrollar una visión más amplia de la Gestión de Carreteras considerando funciones como: Planificación, Programación, Preparación y Operaciones.

El marco de estos antecedentes sirvió de referencia para el desarrollo de HDM-4.

Herramienta HDM-IV.- Programa computacional del Banco Mundial donde se desarrollaron modelos de predicción para distintos tipos de deterioro y superficies de pavimentos.

El HDM-4 tiene las siguientes características: Manejo de datos técnicos, Manejo de datos económicos, Modelación de deterioros y Recomendación de acciones de conservación con sus respectivos costos e inversiones a lo largo de la vida útil del proyecto

1.2. Justificación:

Porque es necesario planificar lo que se va a realizar en las carreteras a lo largo vida útil, en recomendación de acciones de conservación con sus respectivos costos e inversiones, ya sea en su manejo de datos técnicos, económicos y deterioros.

Para analizar las condiciones de sensibilidad, depende de los porcentajes de variación de los parámetros y comportamiento individual de cada parámetro. En la carretera desde punto vista de su comportamiento del firme, cuanto durabilidad, condiciones de mantenimiento preventivo y rutinario

Para su utilización en condiciones locales que depende de la parametrización del HDM-4 su importancia en el ajuste y configuración del programa, proponiendo un conjunto de valores y rangos recomendados para ser incluidos en el módulo de configuración de HDM-4, donde los resultados y análisis estadístico tienen que ser confiables.

Beneficiará al programa como una creación de análisis de sensibilidad más eficaz y eficiente, es decir como un análisis de sensibilidad estadístico para obtener resultados coherentes y comparar con el hdm4 para ver qué grado de certeza obtengamos de nuestros resultados.

Cuyo uso será para fines informáticos con la finalidad de ampliar los conocimientos al programa para ser expuesto bajo diferentes parámetros y condiciones para así contar con una herramienta capaz de demostrar el desempeño real de las estructuras de pavimentos.

El estudio va enfocado para obtener un análisis estadístico y así tener resultados confiables, comparar y verificar cada parámetro del HDM-4 en relación a los resultados obtenidos así sirva como una guía para evaluar la sensibilidad.

1.3.- Planteamiento del problema

1.31. Situación problemática:

El análisis de sensibilidad del modelo HDM IV es un problema estadístico en nuestro proyecto, por la falta base datos ya que el programa HDM IV nace en los Estados Unidos y en ahí se encuentran su base de datos, y para utilizarle en nuestro país tiene que tener una misma base datos o similar a la de Estados Unidos, el problema se genera al no tener la misma base de datos y esto genera distorsión en los resultados ya que en algunos proyectos podemos obtener mucha información o menos información, para esto se realiza el análisis de sensibilidad, hasta cuanto podrían distorsionarse los resultados para que sean confiables en cada uno de sus parámetros y así poder observar y verificar las fluctuaciones en estos parámetros del proyecto que presentan una mayor incertidumbre en su comportamiento para después con un juego datos hacer un análisis de sensibilidad con un

paquete estadístico y nos proporcione los rangos de los parámetros por ejemplo: IRI, volúmenes de tráfico, especificaciones estructurales, tipo de carpeta etc.

Para una base de datos definitiva se obtiene solo mediante un largo proceso de clasificación y depuración de la información recolectada. La base de datos definitiva se configura en una planilla Excel, conteniendo toda la información disponible que sea necesaria para correr los modelos del HDM-4, incluyendo por ejemplo datos históricos de tránsito y de estado del pavimento que hayan sido recopilados como información de archivo. A partir de esta base de datos se confeccionan las planillas de ingreso de datos compatibles con el programa HDM-4.

1.3.2. Problema:

Mediante una serie de base de datos en un proceso de clasificación y depuración recolectada y cuya sensibilidad sea controlada por un paquete estadísticos. Será que los parámetros del HDM IV podrán acomodarse a condiciones locales para su aplicación.

1.4.-Objetivos:

1.4.1. General:

- ✓ Realizar un análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo HDM IV para su utilización en condiciones locales y su implementación en nuestro medio.

1.4.2. Específicos

- ✓ El objetivo de este estudio es determinar un análisis estadístico del modelo HDM-4 para una sensibilidad de datos eficiente y confiable en la ciudad de Tarija para así cumplir con los estándares de conservación y mejora definidos y el comportamiento a condiciones futuras.
- ✓ Realizar un análisis y evaluación técnica y económica del proyecto viable a través de una comparación objetiva de alternativas estadísticas.

- ✓ Determinar y analizar los parámetros que usa el HDM IV, analizando los parámetros que se realizaran la sensibilidad estadística, para así determinar las bases de datos para los parámetros que se analizaran con sensibilidad estadística.
- ✓ Determinar por finalizado el análisis de sensibilidad para los parámetros definidos, y establecer la validación y aplicación de los resultados que se obtiene para su implementación en nuestro medio.
- ✓ Establecer las conclusiones y recomendaciones del estudio a partir de los resultados obtenidos.

1.5. Alcance del estudio

El Modelo de estándares de diseño y conservación de carreteras (HDM-III), desarrollado por el Banco Mundial, ha sido usado por más de dos décadas combinando evaluaciones técnicas y económicas de proyectos de inversión de carreteras y analizando estrategias y estándares. Un estudio internacional se ha desarrollado ahora para expandir el alcance del modelo HDM-III, proveyendo un sistema armónico de gestión de carreteras con unas herramientas de software adaptable y fácil de usar. El resultado de esto ha sido el desarrollo de Herramientas para el desarrollo y gerencia de carreteras (HDM-4).

El HDM-4 se ha expandido considerablemente más allá de las evaluaciones de proyectos tradicionales para proveer un poderoso sistema de análisis de alternativas de inversión y gestión de carreteras. Además de llevar a cabo nuevos estudios científicos se ha enfatizado en la recolección y aplicación del conocimiento ya existente y se han incorporado algunos nuevos datos. Cuando ha sido posible, nuevos enfoques creativos se han desarrollado aplicando el conocimiento técnico a los problemas y necesidades gerenciales de diferentes países.

El alcance de este trabajo tiene por principal objetivo analizar el modelo HDM-4 como un análisis de sensibilidad, para lo cual tendremos que tener una ubicación del área de estudio, para luego definir las características del área de estudio y para su obtención de datos en sub tramo de estudio.

Analizar y estudiar los porcentajes de variación de los parámetros de entrada en los sub tramos de entrada y comportamiento individual de cada parámetro de cada uno del modelo HDM 4 analizando los parámetros que se realizaran la sensibilidad estadística para los sub tramos de estudio. Donde se determinara las bases de datos de los parámetros que se analizaron con sensibilidad estadística, el trabajo del análisis de sensibilidad estadística de los resultados se lo hará mediante una serie de base de datos, en un proceso de clasificación y depuración recolectada con la ayuda de un paquete estadístico y nos proporcione los rangos de los parámetros del HDM -4 como el IRI.

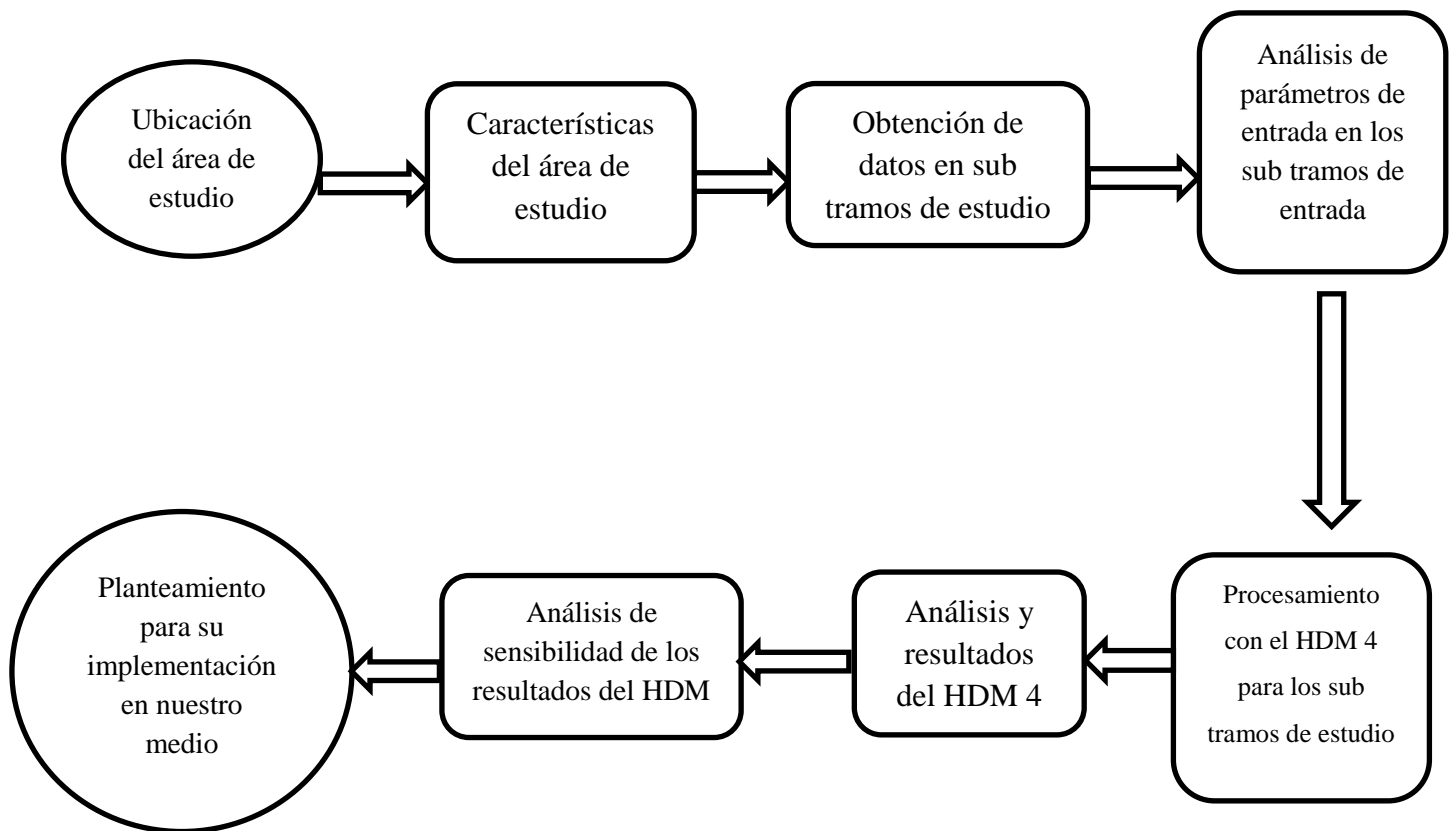
Una vez finalizado el análisis de sensibilidad a partir de esta base de datos definida se confeccionan las planillas de ingreso de datos compatibles con el programa HDM-4. La mayor parte de los parámetros del modelo por defecto son adecuados para las condiciones locales de modo que sólo los más críticos deben abordarse, las condiciones locales depende de la parametrización del HDM-4 como ser: por ejemplo Configuración HDM-4 y así por finalizado un análisis y resultados del HDM 4 para establecer la validación y aplicación de los resultados que se obtiene para su implementación en nuestro medio.

1.6.-Medios

- Software: El software que usaremos será el modelo HDM-4 vamos utilizar para procesar los datos en los sub tramos de estudio y para definir un análisis de sensibilidad para la implementación en nuestro medio.

- Recopilación información de los tramos: Como ser la ubicación y las características del área de estudio, los parámetros de entrada para el procesamiento con el HDM-4 y la obtención de datos en los sub tramos de entrada.
- Planos: Indicara la superficie, ubicación y los sub tramos del área de estudio.
- Paquete estadístico: Mediante el paquete statgraphics se introducirá todos los datos necesarios para realizar el análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo HDM-4 y nos proporcione resultados aceptables.

1.7. Metodología



El proceso del estudio va enfocada primeramente en la ubicación del área de estudio que para nuestro proyecto será de tres tramos: Palos Blancos- Isiri, Bermejo-San Antonio y Tomatitas – Erquiz Norte – Erquiz Sud - cruce Cadillar, en cada uno de estos lugares se recopilara datos necesarios como ser datos históricos de tránsito y de estado del pavimento, la cantidad de datos serán los necesarios para el procesamiento con el HDM-4, los parámetros a ser analizados con el HDM IV es el deterioro del pavimento en su vida útil a partir de elementos reales de los sub tramos de estudio.

En los tramos con el software HDM-4 se seguirán procesos de entrada y proceso con los parámetros que corresponden a los sub tramos de estudio para un análisis de sensibilidad estadístico que consiste en un método que permite observar y verificar las fluctuaciones en aquellos parámetros de definición del proyecto que presentan una mayor incertidumbre en su comportamiento. Con el cual beneficiaria a obtener resultados coherentes de los parámetros que se esperan alcanzar con la aplicación del análisis sensibilidad para una solución a condiciones locales y para su implementación en nuestro medio.

CAPÍTULO 2

LOS MODELOS DE HDM-4 Y SU EVOLUCIÓN

2.1. Aplicación del modelo HDM

2.1.1 .Concepto de modelo.-

El modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras (Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-III)), desarrollado por el Banco Mundial, se viene usando desde hace más de dos décadas para combinar la evaluación técnica y económica de proyectos, preparar programas de inversión y analizar estrategias de redes de carreteras. El Estudio internacional del desarrollo y gestión de carreteras (International Study of Highway Development and Management (ISOHDM)) ha sido realizado para ampliar el ámbito del modelo HDM-III y para armonizar los sistemas de gestión de carreteras, con herramientas de software adaptables y fáciles de usar. Esto ha dado como resultado la Herramienta de desarrollo y gestión de carreteras (Highway Development and Management Tool (HDM-4)).

El modelo HDM-4 en síntesis es:

- Instrumento analítico para la evaluación técnica y económica de:
 - Inversiones en caminos y mantenimiento de caminos.
 - Regulación y tarifas.

Relaciones físicas y económicas derivadas de un extenso estudio sobre el deterioro de los caminos, el efecto del mantenimiento en los caminos, y costos de operación de vehículos.

Una red eficiente de transporte es un factor importante para el desarrollo económico y social de un país, pero a su vez es también costosa. La construcción, el

mantenimiento y operación representa un costo alto para el Estado como para los usuarios, es por ello de vital importancia que las políticas de inversión y gestión de carreteras sean llevada de tal forma que las restricciones de tipo financiero y la priorización adecuada de proyectos minimicen los costos totales de transporte tanto individualmente para cada carretera como para todo el sistema.

En tal sentido y como un apoyo a la toma de decisiones fue creado el modelo HDM “Highway Development and Management Model”, siendo una herramienta muy elaborada para la evaluación de proyectos de carreteras y planes de mantenimiento.

El modelo permite comparar y evaluar económicamente diferentes opciones de políticas de construcción y estrategias de mantenimiento. Se puede analizar con el modelo diferentes niveles de intervención sobre una carretera (construcción, rehabilitación, mejoramiento, mantenimiento periódico, etc.)

2.2. Antecedentes del HDM

El Banco Mundial inició en 1969 un programa de investigación a gran escala para desarrollar una base cuantitativa para la toma de decisiones en inversiones de carreteras. Finalizado el estudio en 1971 se desarrolló una primera versión del modelo para interrelacionar los costos de intervención en carreteras los costos de operación vehicular.

Posteriormente considerando que era necesario recolectar evidencia empírica con el fin de que los modelos teóricos representen la situación real se emprendieron

investigaciones de campo por lo que en 1976 el Banco Mundial consolidó los avances en ese sentido y produjo una versión mejorada del modelo HDM.

En los siguientes años, el trabajo de campo se extendió a varios países, especialmente en países del tercer mundo (Kenya, el Caribe, Brasil, India). En la medida que la validación empírica progresó y se ganó experiencia en varios países, el Banco Mundial desarrolló un modelo más comprensivo (1987) incorporando los resultados de dichos estudios en la versión HDM III. Posteriormente se adaptó el modelo HDM III a computadoras personales. La versión del HDM III de 1995 incorporó los efectos de congestión de tráfico en el análisis.

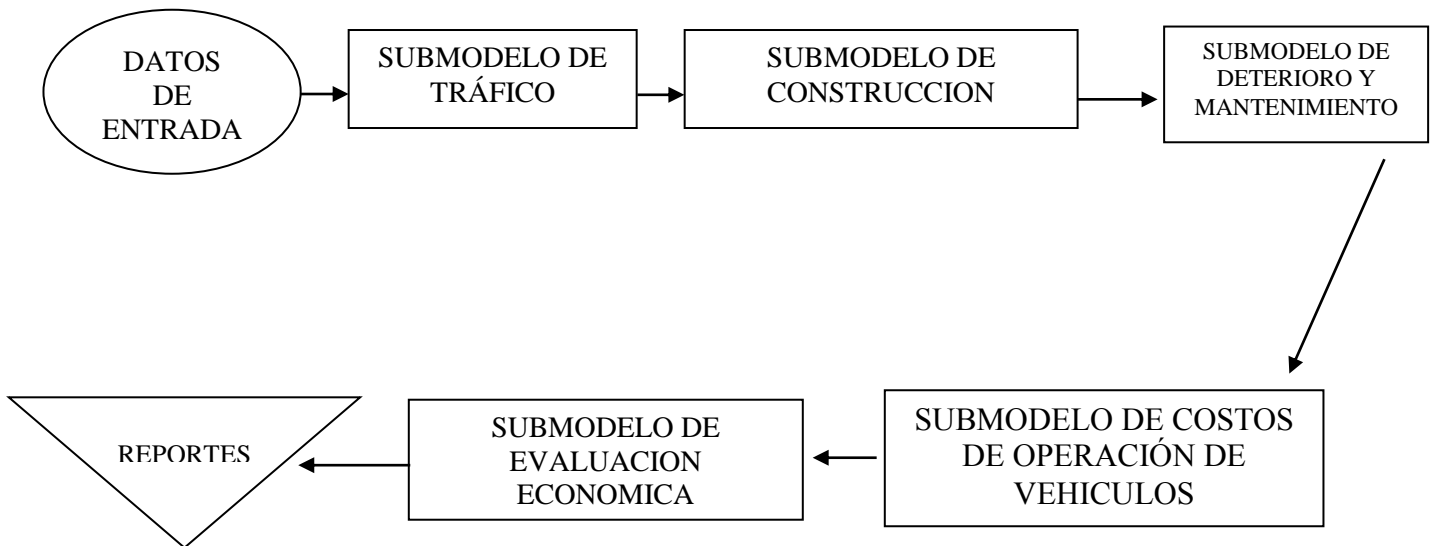
En los últimos años surgió la necesidad de actualizar el HDM en vista de que era necesario incorporar nuevas aplicaciones y considerar los adelantos tecnológicos en diversas materias. Así mismo, aunque la mayoría de las aplicaciones del modelo HDM se había utilizado en países en vías de desarrollo, en los recientes años muchos países industrializados han empezado a emplear dicho modelo. Es por ello que surgió el Estudio Internacional denominado ISOHDM auspiciado por el Banco Mundial que ha llevado a extender los alcances del modelo y desarrollar la versión HDM IV.

La Secretaría Técnica del ISOHDM está ligada al Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Birmingham, en el Reino Unido. La Secretaría maneja los problemas técnicos que están debajo de la tecnología de HDM-4 y en particular, desarrolla y mantiene el software del modelo y la documentación asociada.

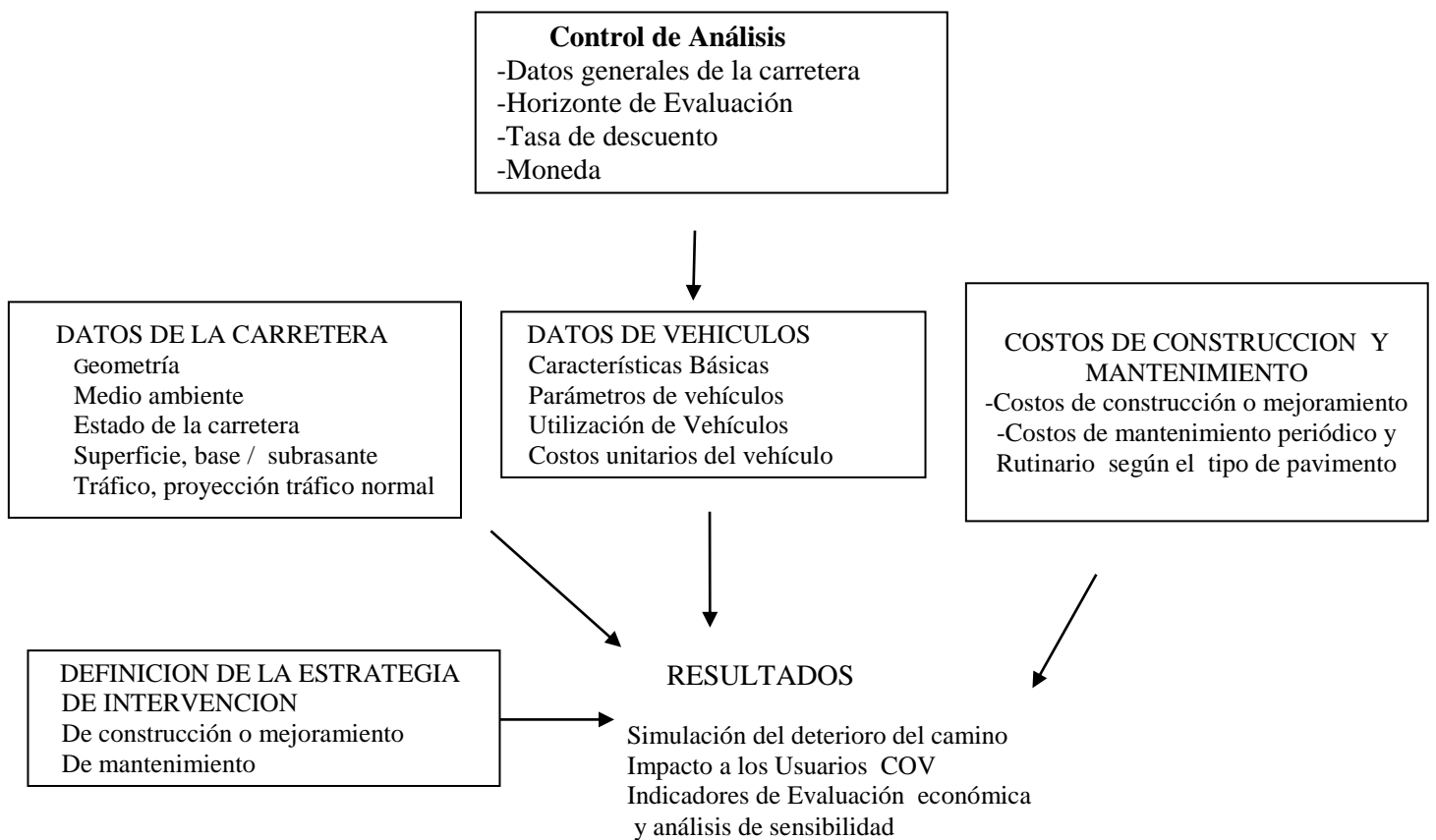
2.3. Aspectos funcionales del HDM

El modelo en términos generales permite al usuario simular el estado de una carretera determinada, con base en las características físicas iniciales de la vía, condiciones ambientales, comportamiento del tráfico y políticas de mantenimiento. Esta simulación del estado de la carretera, permite cuantificar los costos asumidos por los usuarios por concepto de operación de los vehículos y tiempos de viaje. Adicionalmente el modelo cuenta con facilidades para incorporar costos y beneficios exógenos y realiza la evaluación económica de la intervención propuesta.

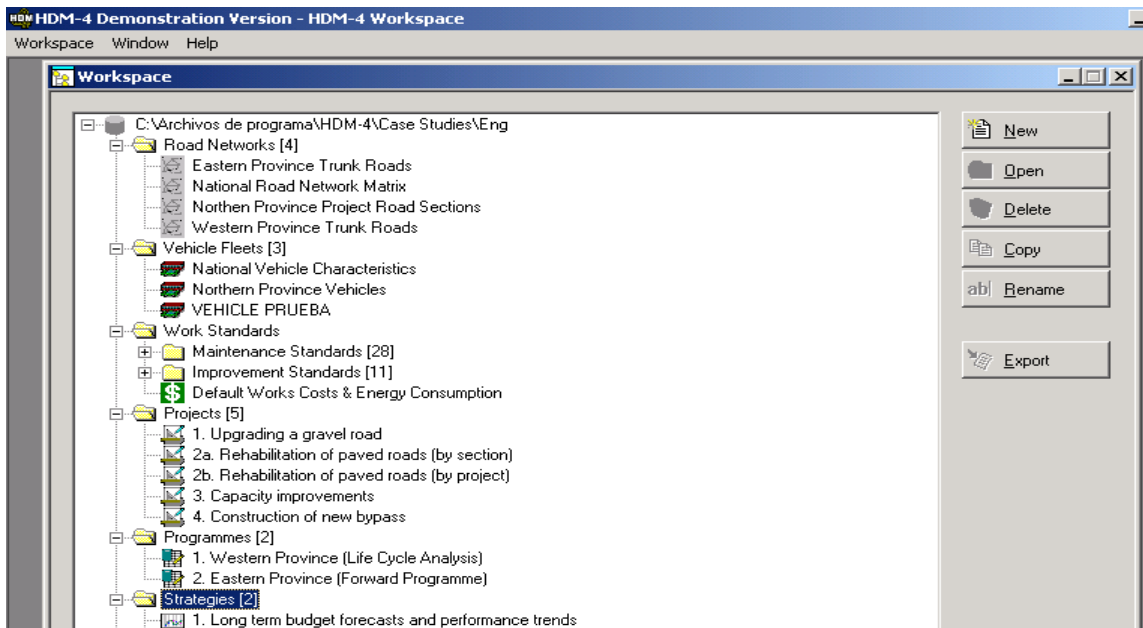
Las operaciones del Modelo HDM se llevan a cabo en diversas etapas, las cuales se describen a continuación:



2.4. Entrada de datos en el modelo HDM



2.5. Menú principal del HDM III y HDM 4



2.6. Submodelos del HDM

Sub-modelo de Tráfico

Este submodelo toma los datos del tráfico inicial que ha sido introducido por el usuario y los usa para calcular el flujo de cada tipo de vehículo en cada año y sobre cada tramo de la carretera en base a tasas de proyección previamente especificadas. Para los tramos en los cuales las mejoras producen tráfico generado, el modelo también asigna y proyecta dicho tráfico. Así mismo calcula para cada alternativa de tramo, el número de ejes de vehículo y el número de ejes simples equivalentes.

Sub-modelo de Construcción

En el sub-modelo de construcción, el usuario especifica las alternativas del proyecto de intervención. Así mismo debe definirse el periodo de ejecución. Los proyectos de construcción pueden incluir construcciones nuevas, mejoramientos y/o rehabilitaciones de tramos existentes.

Para el caso base y cada alternativa considerada, el sub-modelo calcula la cantidad de trabajo requerido y los costos totales de construcción por años. Una vez completado el proyecto, el modelo cambia las características del tramo intervenido.

Sub-modelo de Deterioro y Mantenimiento de Carreteras

Este sub-modelo predice para cada año el deterioro de la superficie de la carretera causado por el tráfico y el medio ambiente y también las mejoras debido a las políticas de mantenimiento planteadas. Calcula también las cantidades involucradas en el trabajo de mantenimiento y aplica precios unitarios para determinar el costo total de mantenimiento anual.

El sub-modelo tiene en cuenta el deterioro de los caminos pavimentados en la forma de fisuración, descascaramiento, formación de baches y profundización de la huella de circulación, todo lo cual afecta la rugosidad de la vía, que es la medida de la condición de la superficie usada en el sub-modelo de costos de operación vehicular.

Las opciones de mantenimiento para equilibrar el deterioro de los caminos pavimentados incluyen parchado, sellado, refuerzo y reconstrucción. Para los caminos no pavimentados las opciones son nivelación, bacheo localizado y recomposición de la superficie con grava. Se incluye además mantenimiento rutinario para ambos casos.

Sub-modelo de Costos de Operación Vehicular

Simula las velocidades de operación de los vehículos y el consumo de recursos según las características físicas y estado de la carretera. Con los costos unitarios determinados por el usuario, el modelo calcula los costos de operación para cada año del horizonte de evaluación del proyecto tanto a precios privados como económicos. El modelo determina también los tiempos de viaje de los usuarios de la vía.

El modelo calcula el consumo de los siguientes componentes de un vehículo por km recorrido: Consumo de combustible, Consumo de lubricantes, Consumo de llantas, Repuestos para mantenimiento y reparación, Mano de obra para mantenimiento y reparación, Costos de tripulación, Depreciación vehicular e interés, Gastos indirectos, Tiempo de pasajeros, Tiempo de demora de carga.

Sub-modelo de Evaluación Económica

El modelo HDM se diseñó para facilitar las comparaciones económicas entre muchas alternativas planteadas por el usuario. Los sub-modelos descritos anteriormente calculan los costos de construcción y mantenimiento, los costos operativos vehiculares para cada alternativa analizada. Las diferencias en estos costos por alternativas forman parte de la evaluación económica. Es decir los costos totales (costos de inversión, mantenimiento y operación) de cada alternativa es comparada con relación a otra, o de una alternativa cualquiera en relación a una alternativa base (situación sin proyecto). En este análisis También están involucrados los beneficios debido a volúmenes incrementados de tráfico y los costos y beneficios exógenos.

Para cada alternativa analizada, el sub-modelo calcula los flujos de costos y beneficios anuales durante el periodo u horizonte de evaluación del proyecto, de esta manera puede calcular los Valores Presentes Netos o Valores Actuales Netos (VAN) utilizando para ello una tasa de descuento especificada por el usuario. Calcula además la tasa interna respectiva (TIR) y la relación Beneficio/Costo. Puede realizar también el respectivo análisis de sensibilidad sobre los beneficios y costos.

2.7. Comparación entre los modelo HDM III y HDM 4

2.7.1 Aspectos generales

En la última década, el uso del HDM III se generalizó en varios países tanto desarrollados como en vías de desarrollo, sin embargo era reconocido que había necesidad de actualizar el modelo e incorporar un rango más amplio de tipos de pavimentos y condiciones de uso. Por otro lado las relaciones contenidas en el HDM-III tienen más de 10 años de antigüedad por lo que surgía la necesidad de incorporar los resultados de la investigación extensa que se ha emprendido alrededor del mundo en dicho periodo. En el caso de costos de operación vehicular era reconocido que la tecnología del vehículo ha mejorado dramáticamente desde 1980 con el resultado que el vehículo típico utilizado para calcular dichos costos podría estar significativamente rezagado en el HDM-III. Era por consiguiente necesario poner al día las relaciones técnicas para reflejar dichas innovaciones.

Por otro lado, aunque la mayoría de las aplicaciones del HDM ha sido dirigida hacia los países en vías de desarrollo, en los recientes años muchos países industrializados han empezado a hacer uso del modelo. Esto ha producido la necesidad de ampliar sus aplicaciones hacia los siguientes aspectos.

2.7.2 Nuevas Aplicaciones en el HDM 4

Los efectos de congestión de tráfico

Los efectos de climas fríos

Un rango más amplio de tipos de pavimentos y estructuras
incluyendo pavimentos de concreto

Incluye aspectos de la seguridad del camino

Efectos medioambientales (consumo de energía y emisiones de contaminantes)

Por otro lado, había que ampliar el nivel de análisis del HDM III, especialmente desde el punto de vista de la gestión y administración de una red vial, por lo que fue necesario en la versión HDM IV adicionar los siguientes niveles de análisis.

HDM IV - Strategy Análisis /a nivel de toda la red

HDM IV - Programme Análisis/a nivel de parte de la red vial

HDM IV - Projects Análisis/ a nivel de proyecto o sección

2.7.3 Aspectos Específicos

2.7.3.1 Tipos de Pavimentos modelo HDM III y HDM 4

En el HDM III, se incluye los siguientes tipos de superficies de pavimentos:

Bituminosos:

Tratamiento Superficial

Concreto Asfáltico

Lechada Asfáltica (slurry) sobre tratamiento superficial

Resello sobre tratamiento Superficial

Resello sobre concreto asfáltico

Refuerzo con mezcla en frío sobre tratamiento superficial

Refuerzo asfáltico sobre concreto asfáltico

Afirmadas y No Afirmadas

En el HDM IV se incluye adicionalmente pavimentos de concreto, por lo que la clasificación utilizada es la siguiente

Pavimentos Bituminosos

Pavimentos de Concreto

Afirmadas y No Afirmadas

2.7.3.2 Tipos de Vehículos modelo HDM III y HDM 4

Para efectos de modelación y evaluación económica es necesario definir las características físicas y operacionales de la flota vehicular que circula por el tramo de carretera bajo análisis. Como no es posible incluir todas los tipos de vehículos es necesario clasificarlos por categorías y tomar vehículos representativos para cada categoría.

El nivel de agregación que se pueda plantear en cada estudio estará de acuerdo al nivel del estudio y a sus fines.

El HDM III incluye 7 tipos de vehículos:

Auto

Camión Medio

Pick-Up	Camión Pesado
Bus	Camión Articulado
	Camión Ligero

El HDM IV incluye 20 tipos de vehículos de valores predeterminados, diferenciándolos entre vehículos motorizados y no motorizados:

Categoría Motorizada

La motocicleta	Camión Medio
Automóvil del pasajero pequeño	Camión pesado
Automóvil del pasajero medio	Camión articulado
Automóvil del pasajero grande	Mini-bus
Vehículo de entrega ligero	Bus ligero
Vehículo de mercancías ligero	Bus medio
Coche de paseo	Bus pesado
Camión ligero	Bus grande

Categoría de No motorizado

El peatón

La bicicleta

Rickshaw (tricitaxi en el Perú)

La carreta a tracción animal

2.7.4 Factores adicionales en el modelo de deterioro del HDM 4

El HDM IV incluye los siguientes aspectos adicionales sobre el HDM III

- Nuevas zonas climáticas. El HDM IV incorpora en el análisis climas fríos (congelamiento/deshielo), climas con temperaturas muy altas y una gama amplia de variaciones de temperatura como las condiciones del desierto y los regímenes de humedad muy altos y condiciones áridas.

- El HDM IV incorpora modelos de deterioro para pavimentos rígidos de concreto y semi-rígidos, y para una amplia gama de tipos de pavimentos flexibles

- EL HDM IV incorpora los siguientes daños: rotura de borde, profundidad de huella, textura promedio y resistencia al deslizamiento, así como aspectos de drenaje y sus efectos sobre pavimentos.

· Se incluye un rango mayor rango de técnicas de mantenimiento para diferentes tipos de pavimentos.

2.8. Objetivos del desarrollo de HDM-4

Se han utilizado ampliamente distintas versiones de los modelos en diversos países que han sido fundamentales para justificar los cada vez mayores presupuestos de conservación y rehabilitación de carreteras en muchos de ellos. Los modelos se utilizaron para investigar la viabilidad económica de proyectos en más de 100 países y para optimizar los beneficios económicos de usuarios de carreteras bajo diferentes niveles de gastos. Como tal, proporcionan avanzadas herramientas de análisis de inversiones en carreteras, con unas posibilidades de aplicación muy amplias en diversos climas y condiciones. Sin embargo, se reconoció la necesidad de un nuevo desarrollo fundamental de los distintos modelos para incorporar una gama más amplia de firmes y condiciones de uso e incorporar las prácticas y expectativas informáticas más modernas.

2.9. Enfoque del ciclo de gestión en el HDM-4

Tradicionalmente, en muchas organizaciones de carreteras, los presupuestos y programas de las obras se han preparado según una base histórica, donde el presupuesto de cada año se basa en el del año anterior, con un ajuste para la inflación. Bajo un régimen semejante, no hay forma de saber si los niveles de financiación o la asignación detallada son adecuados o justos.

Existe claramente la necesidad de un enfoque objetivo, basado en las necesidades, que use el conocimiento del contenido, estructura y estado de las

carreteras que se están gestionando. Se verá que las funciones de Planificación, Programación, Preparación y Operaciones proporcionan un marco adecuado en el que pueda aplicarse un enfoque basado en las necesidades (Robinson et al, 1998).

Para llevar a cabo cada una de estas cuatro funciones de gestión se recomienda un análisis integrado del sistema. Un enfoque adecuado es usar el concepto de ciclo de gestión que se ilustra en la Figura 3.1 (Robinson et al, 1998). El ciclo proporciona una serie de pasos bien definidos que ayudan a tomar las decisiones del proceso de gestión. El ciclo de gestión se realiza típicamente una vez al año o en un período presupuestario.

2.10. Marco analítico

El marco analítico de HDM-4 se basa en el concepto del análisis del ciclo de vida del firme. Éste se aplica para predecir lo siguiente, a lo largo del ciclo de vida de un firme de carreteras, que suele durar entre 15 y 40 años: Deterioro de la carretera, Efectos de las obras de reparación, Efectos para usuarios de la carretera y Efectos socioeconómicos y medioambientales.

Una vez construidos, los firmes de carreteras se deterioran como consecuencia de diversos factores, siendo los principales: Cargas de tráfico, Efectos medioambientales y Efectos de sistemas de drenaje inadecuados.

La tasa de deterioro del firme está directamente afectada por los estándares de conservación aplicados a reparar defectos en la superficie del firme, como fisuras, desprendimiento de áridos, baches, etc., o a conservar la integridad estructural del firme (por ejemplo, tratamientos superficiales, refuerzos, etc.), permitiendo así que la carretera soporte el tráfico para el que ha sido diseñada. Las condiciones generales del firme a largo plazo dependen de los estándares de conservación o mejora aplicados a la carretera. Ilustra las tendencias previstas en rendimiento de firmes representadas por la calidad de rodadura, que se suelen medir en términos del índice

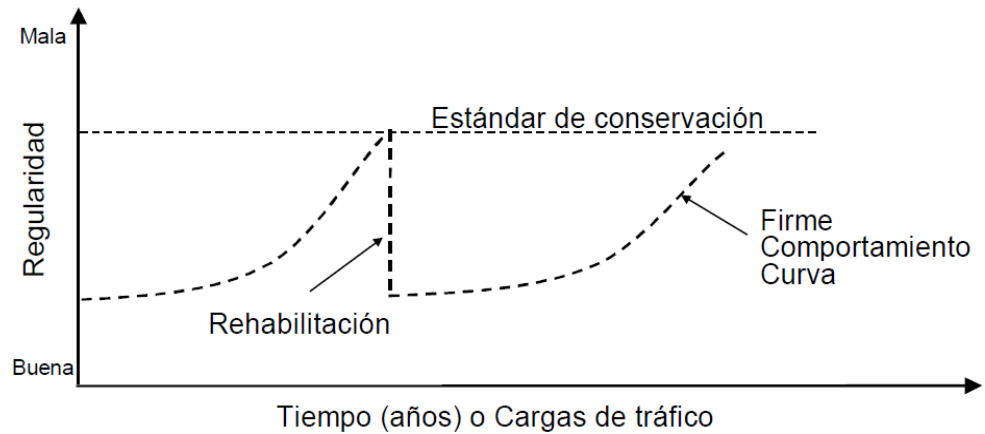
de regularidad internacional (IRI). Cuando se define un estándar de conservación, impone un límite al nivel de deterioro al que se permite que llegue el firme.

Como consecuencia, además de los costes de capital de la construcción de carreteras, los costes totales en que incurren los organismos implicados dependerán de los estándares de conservación y mejora aplicados a las redes de carreteras.

Es esencial hacer notar que la exactitud del rendimiento previsto de los firmes depende de la amplitud de la calibración aplicada a adaptar los modelos predeterminados HDM-4 a las condiciones locales.

Figura 2.10

Concepto del análisis del ciclo de vida en HDM-4



CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SENSIBILIDAD EN EL HDM-4

.1. Generalidades

3.1.1. El papel de HDM-4 en la Gestión de carreteras

Al considerar las aplicaciones de HDM-4, es necesario contemplar el proceso de gestión de carreteras en cuanto a las siguientes funciones: Planificación, Programación, Preparación y operaciones.

Cada una de estas funciones se realiza como una secuencia de actividades conocidas como el ciclo de gestión.

Planificación

La planificación comprende el análisis del sistema de carreteras en su conjunto y, típicamente, requiere la preparación de presupuestos a medio y largo plazo o estratégicos, de estimaciones de gastos de desarrollo y conservación de carreteras bajo diferentes supuestos económicos y presupuestarios. Se pueden hacer previsiones de las condiciones de redes de carreteras bajo diversos niveles de financiación en términos de indicadores clave, junto con previsiones de los gastos necesarios bajo partidas presupuestarias definidas. En la etapa de planificación, el sistema físico de carreteras normalmente se caracteriza por:

Características de la red:

Agrupadas en varias categorías y definidas por parámetros como:

Clase o jerarquía de la carretera

Flujo/cargas/congestión de tráfico

Tipos de firme

Estado del firme

Programación

La programación comprende la preparación, bajo restricciones presupuestarias, de programas de gastos y obras de varios años, en los que se seleccionan y analizan tramos de la red que necesitarán conservación, mejora o nueva construcción. Es un ejercicio de planificación táctica. Idealmente, debería realizarse un análisis de costes-beneficios para determinar la viabilidad económica de cada conjunto de las obras. En la fase de programación, la red de carreteras física se considera itinerario a itinerario, con cada uno de ellos caracterizado por tramos de firme homogéneos definida en términos de atributos físicos. La actividad de programación produce estimaciones de gasto para cada año, bajo partidas presupuestarias definidas, para diferentes tipos de obras y para cada tramo de carreteras. Los presupuestos suelen estar limitados, y uno de los aspectos clave de la programación es asignar prioridades a las obras para utilizar de forma óptima el presupuesto limitado. Las aplicaciones más típicas son la preparación de un presupuesto para un programa de obras anual o plurianual en una red o subred de carreteras. Los profesionales de nivel directivo de una organización de carreteras son los que normalmente suelen realizar las actividades de programación, quizás con un departamento de planificación o conservación.

Preparación

Ésta es la fase de planificación a corto plazo, donde los planes de carreteras aprobados se agrupan para realizarlos. En esta fase, se refinan los diseños y se preparan con más detalle; se hacen listas de cantidades y costes detallados, junto con instrucciones para las obras y contratos. Es probable que se realicen las especificaciones y costes detallados y también se puede realizar el análisis detallado de costes-beneficios para confirmar la

viabilidad del esquema final. Las obras sobre tramos de carreteras adyacentes se pueden combinar en paquetes de un tamaño que sea rentable para ejecución. Son actividades típicas de la preparación el diseño detallado de: Una definición de un refuerzo (overlay) y Las obras de mejora de la carretera.

Por ejemplo, construcción de un nuevo trazado, ensanche de la carretera, reconstrucción del firme, etc.

Para estas actividades normalmente ya estarán aprobados los presupuestos. Las actividades de preparación las suelen realizar profesionales y técnicos de nivel medio de un departamento de diseño o implantación de una organización de carreteras y por el personal de contratación y compras.

Operaciones

Estas actividades cubren la operación diaria de una organización. Las decisiones sobre la gestión de operaciones se suelen tomar de forma diaria o semanal, incluyendo la programación de las obras a realizar, la supervisión en términos de mano de obra, equipos y materiales, el registro de las obras finalizadas y el uso de esta información para supervisión y control. Las actividades se centran normalmente en tramos o subtramos individuales de una carretera, haciéndose frecuentemente las mediciones con un nivel bastante detallado. Las operaciones las suele dirigir personal sub-profesional, como supervisores, técnicos, encargados y otros. A medida que el proceso de gestión pasa de la Planificación a operaciones, se verá que se producen cambios en los datos necesarios. El detalle de los datos comienza como un resumen muy general, pero pasando progresivamente al nivel de detalle.

3.2. Características del HDM-4

El HDM-4 tiene las siguientes características: Manejo de datos técnicos, Manejo de datos económicos, Modelación de deterioros y Recomendación de acciones de conservación con sus respectivos costos e inversiones a lo largo de la vida útil del proyecto.

Características de la Vía: Se ingresa datos que definen sus características físicas tales como IRI, condiciones de clima, características geométricas, especificaciones estructurales, tipo de carpeta etc. El programa contiene diferentes opciones de clima, de trazo, vida del pavimento, Además, el usuario puede ingresar una base de datos a efecto de particularizar estas características.

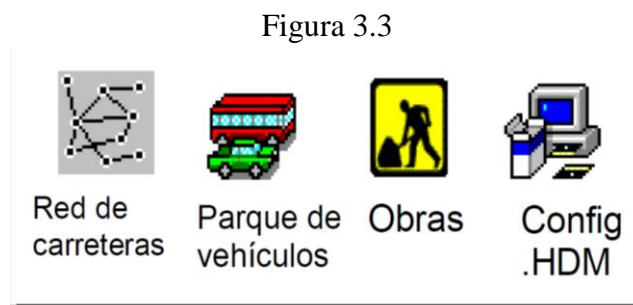
Condiciones de tránsito: Trata de las condiciones específicas del tránsito vehicular tales como promedio de vehículos por día, factores de daño, tipos de vehículos, tasa de crecimiento, costos unitarios de insumos, etc. El programa contiene valores preestablecidos, los cuales pueden ser modificados por el usuario para adecuarlos a las condiciones imperantes en la zona de análisis.

Estándares de Intervención: Lo siguiente es formular los estándares de intervención (Conservación, Construcción o Mejora), que se van a desarrollar. Cada estándar está compuesto por diferentes tareas, como pueden ser: Riego de sello, sobre carpetas, estabilización de base, etc. Los estándares pueden tener las combinaciones necesarias de tareas que el usuario considere, pero las diferentes tareas corresponden a información que el programa tiene ya predeterminada, considerando las acciones más comunes. La variación entonces entre cada estándar consiste en el orden de las tareas o en las diferentes combinaciones que se pueden dar así como los criterios de ejecución de las mismas. Aquí también se incluyen los costos unitarios de cada una de esas tareas.

Cada grupo de estándares aplicado a los sub-tramos correspondientes, conforman una alternativa. Se pueden generar las alternativas necesarias, dependiendo de los requerimientos del usuario, por ejemplo: evaluar el comportamiento de dos tramos de carretera con las mismas condiciones de tránsito y estructurales, pero con diferente capa de rodadura (mezcla asfáltica o concreto hidráulico por ejemplo).

Luego, se procede a la elección del módulo HDM-4 a usar: análisis de estrategias, análisis de programa o análisis de proyecto. Es en esta fase cuando se elige la alternativa base y los diferentes tramos a evaluar.

3.3. Parámetros de entrada



La entrada de datos a HDM-4 se puede realizar manualmente a través del teclado o bien importando datos en formato de base de datos. Los grupos de datos que se pueden importar a la base de datos de HDM-4 son:

- **Red de carreteras**

Contiene los datos que definen la red o subred básicas de carreteras que serán analizadas.

- **Parque de vehículos**

Contiene las características del parque de vehículos que circulará en la red analizada.

- **Trabajos**

Contiene las especificaciones de los estándares de conservación y mejoras que se aplicarán a los diferentes tramos que serán analizados.

- **Configuración HDM**

Contiene todos los datos predefinidos que serán usados en el análisis; un grupo de ellos está provisto dentro del sistema pero el usuario tiene la posibilidad de modificarlo para reflejar la realidad de las circunstancias locales.

Condiciones locales.-

El HDM IV es un programa realizado en los EE.UU. encargado por el Banco Mundial para ser aplicados en sus países miembros, sin embargo cada país tiene sus particularidades por lo que deben considerarse estas condiciones como CONDICIONES LOCALES que son particulares en nuestro país y para nuestro departamento en los tramos estudiados.

Según Visión General de HDM-4 -Volumen 1. 2001 Pg. 23 “Las condiciones locales se aplican en la configuración HDM-4”

Se introducen los datos de los tramos de estudio, estos tramos de estudio se escogen de acuerdo a los que más acomodan al programa HDM-4.

Red de carreteras

Un sistema abierto de referencias de red de carreteras provee la definición básica de la forma en la que los tramos se integrarán en HDM-4 con un sistema de gestión de carreteras. Esto define la manera en la que los datos pertenecientes a la red se colocarán en relación a la carretera y define las reglas técnicas y convencionales para hacerlo. El sistema de referencias es central a la operación de HDM-4.

La carpeta de Red de carreteras provee las facilidades básicas relacionadas con la red dentro de HDM-4, lo que permite al usuario definir diferentes redes y subredes, así como tramos de carreteras, los cuales son la unidad fundamental del análisis en HDM-4. Mientras que los tramos son pedazos de carretera sobre los cuales aplican características físicas, razonablemente constantes, las referencias a red de carreteras desarrolla el concepto

de nódulos, los cuales conectan tramos. Todos los datos de la red se introducen en la carpeta Red de carreteras la cual tiene también las facilidades para modificar, borrar o mantener estos datos. El acceso a las referencias de la red es considerablemente más flexible que el usado en HDM-III y está diseñado para manejar un amplio espectro de referencias externas las cuales podrían ser utilizadas por otros sistemas en los que HDM-4 podría necesitar una interface.

Parque de vehículos

Las carreteras tienen la posibilidad de ser utilizadas por vehículos y la representación de los mismos es un requisito de entrada de datos en HDM-4. La carpeta Parque de vehículos provee facilidades para almacenar y recuperar los detalles del parque usados para calcular velocidad, costes de circulación, costes de tiempo de viaje y otros efectos de los vehículos.

El método usado para representar el parque de vehículos es considerablemente más flexible que el usado en HDM-III. Se incluyen vehículos motorizados y no motorizados y no existe límite en el tipo de vehículos que se pueden especificar. Múltiples grupos de parque de vehículos se pueden configurar para su uso en diferentes análisis, aunque una gran cantidad de datos predefinidos viene ya con el sistema.

Estándares de trabajos

Los Estándares de trabajos se refieren a los objetivos o niveles de condición y respuesta que una administración de carreteras desea alcanzar. Las agencias de carreteras definen diferentes estándares que pueden ser aplicados en situaciones prácticas con la intención de alcanzar objetivos específicos relacionados con características funcionales del sistema de red de carreteras.

La carpeta de estándares de trabajo provee facilidades en un marco flexible para definir una lista de estándares de conservación y mejora que será seguida por una administración de carreteras en sus actividades de gestión y desarrollo. Los estándares definidos en la carpeta Trabajos se pueden usar con cualquiera de los métodos de análisis.

Configuración HDM

HDM-4 puede ser usado en un amplio margen de entornos. La carpeta Configuración HDM provee facilidades para personalizar los grupos de datos predefinidos que reflejen las condiciones encontradas en el entorno que se estudie. Datos básicos y coeficientes de calibración se pueden definir en una forma flexible que minimice la cantidad de datos que deberían cambiar en cada aplicación. Los valores predefinidos los suministra HDM-4 pero todos ellos pueden ser modificados por el usuario.

Los datos en la Configuración HDM-4 se estructuran en tres grupos principales:

Red de carreteras

Los grupos de datos requeridos que describen una red de carreteras son los siguientes:

Clase de carretera

Tipo de relación capacidad-velocidad

Distribución horaria de la intensidad del tráfico (Patrón de intensidad del tráfico)

Tipo de intersección

Zona climática

Volumen del tráfico
Geometría
Estructura y resistencia del firme
Condición de la carretera
Historial del firme
Varios

Modelos técnicos

HDM-4 utiliza los siguientes modelos técnicos:

Deterioro de la carretera (RD)
Efectos de la carretera sobre los usuarios (RUE)
Efectos sociales y medioambientales (SEE)
Efectos de los trabajos (WE)

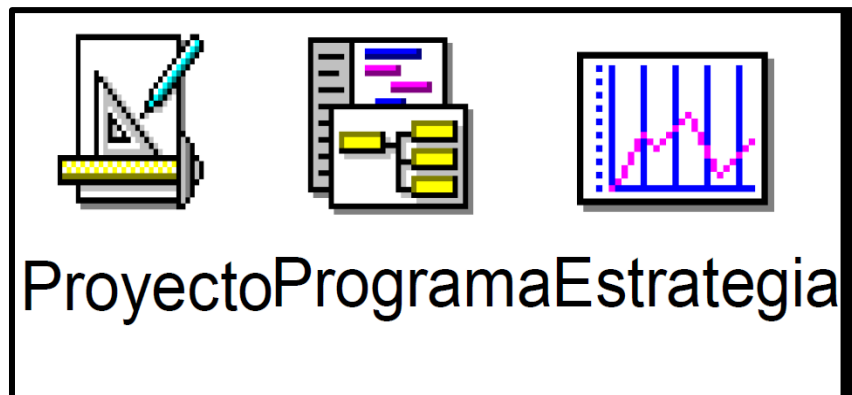
Cambios de monedas y categorías del presupuesto

Se definen bajo la siguiente categoría:

Un listado de cambios de monedas que será usado para definir costes unitarios en los trabajos de la carretera y en los recursos de los vehículos y que se incluirá en los informes de HDM-4.

3.4. Proceso de Análisis

Figura 3.4



3.4.1. Análisis de estrategia

El concepto de la planificación estratégica de gastos en redes de carreteras a medio y largo plazo exige que la organización tenga en cuenta las necesidades de toda su red de carreteras.

De esa forma, el análisis estratégico abarcará redes completas o subredes gestionadas por una única organización. Ejemplos de redes de carreteras son las redes de carreteras principales, de carreteras rurales, de vías urbanas (o municipales), etc. Como ejemplo de subredes están todas las autopistas (o autovías), todo tipo de carreteras pavimentadas (o sin pavimentar), etc.

Para predecir las necesidades a medio y largo plazo de toda una red o subred de carreteras, HDM-4 aplica el concepto de una matriz de red de carreteras que comprende las categorías de la red definidas en función de los atributos clave que más influyen en el comportamiento del firme y en los costes de los usuarios. Aunque es posible crear modelos de tramos parciales de carreteras, en la aplicación del análisis estratégico, teniendo en cuenta que la mayoría de las administraciones suelen ser responsables de varios miles de kilómetros, resulta muy laborioso modelizar individualmente cada segmento de carretera.

Los usuarios pueden definir la matriz de la red de carreteras de forma que represente los factores más importantes que afectan a los costes de transporte en el país. Una matriz típica de red de carreteras se podría clasificar en función de lo siguiente: Volumen de tráfico o carga, Tipos de firme, Estado del firme, Zonas medioambientales o climáticas y Clasificación funcional (si es necesaria).

Por ejemplo, una matriz de red de carreteras podría modelizarse usando: tres clases de tráfico (alto, medio, bajo), dos tipos de firme (mezcla bituminosa, tratamientos superficiales) y tres niveles de estado del firme (bueno, regular, malo). En este caso, se asume que el entorno en toda el área de estudio es similar y que la administración de la carretera es responsable de una clase de carretera (por ejemplo, carreteras principales). La matriz de red de carreteras resultante en este caso comprendería por lo tanto ($3 \times 2 \times 3 =$) 18 tramos de firme representativos. No existe límite al número de tramos de firme representativos que se puede usar en un análisis estratégico. La alternativa está normalmente entre una simple matriz representativa de la red de carreteras, que daría unos resultados muy bastos, y una matriz de red de carreteras detallada, con varios tramos representativos, cuyos resultados serían potencialmente más exactos.

El análisis estratégico se puede usar para analizar una determinada red en su conjunto y preparar estimaciones para planificación de necesidades de gasto para desarrollo y conservación de carreteras a medio y largo plazo, bajo diferentes supuestos presupuestarios. Se generan presupuestos de gastos para periodos a medio y largo plazo de entre 5 y 40 años.

3.4.2. Análisis de programa

Trata principalmente sobre la asignación de prioridades a una larga lista definida de proyectos de carreteras candidatos para un programa de obras de uno o más años bajo restricciones presupuestarias definidas. Es esencial tener en cuenta que aquí tratamos con una larga lista de proyectos candidatos, seleccionados como segmentos discretos de una red. Los criterios de selección dependerán normalmente de los estándares de conservación, mejora o desarrollo que pueda haber definido una administración.

Una vez identificados todos los proyectos candidatos, la aplicación de análisis de programa HDM-4 se puede usar para comparar los costes del ciclo de vida previstos bajo el régimen existente de conservación de firme (es decir, el caso sin proyecto) frente a los costes del ciclo de vida previstos para las alternativas de conservación periódica, mejora de carreteras o desarrollo (es decir, caso con proyecto). Esto proporciona la base para estimar los beneficios económicos que se derivarían de incluir todos los proyectos candidatos en el marco de tiempo del presupuesto.

Hay que tener en cuenta que la diferencia entre análisis de estrategias y análisis de programa es la forma en que los itinerarios y tramos de carreteras se identifican físicamente. El análisis del programa trata de itinerarios y tramos individuales que son unidades físicas únicas identificables en la red de carreteras mediante el análisis. En el análisis de estrategias, el sistema de carreteras básicamente pierde sus características individuales de enlaces y tramos, agrupándose todos los segmentos de similares características en las categorías de la matriz de la red de carreteras.

Tanto para el análisis de estrategias como para el de programa, el problema se puede plantear como la búsqueda de aquella combinación de alternativas de tratamiento en varios tramos de la red que optimiza una función objetivo bajo una restricción presupuestaria. Si, por ejemplo, la función objetivo es maximizar el Valor neto actual (VAN), el problema se puede definir como: Seleccionar aquella combinación de opciones de tratamiento de tramos que maximiza el VAN para toda la red, sujeta a que la suma de costes de tratamiento sea inferior al presupuesto disponible.

La aplicación de análisis de programa de HDM-4 se puede usar para preparar un programa para varios años, sujeto a recursos limitados. El método de asignación de prioridades utiliza la relación VAN incremental/coste como índice de valoración, esto proporciona un índice eficiente y robusto para propósitos de priorización.

Índices como el VAN, tasa de rentabilidad económica o características previstas del estado del firme (por ejemplo, Regularidad superficial de la carretera) no se recomiendan como criterios de valoración. La relación VAN incremental/coste satisface el objetivo de maximizar los beneficios económicos para cada unidad de gasto adicional (es decir, maximizar los beneficios netos para cada \$1 de presupuesto disponible invertido).

3.4.3. Análisis de proyecto

El análisis de proyecto tiene relación con lo siguiente:

Evaluación de uno o más proyectos de carreteras u opciones de inversión. La aplicación analiza un itinerario o tramo de carretera con los tratamientos seleccionados por usuario, con los costes y beneficios asociados, proyectados anualmente a lo largo del período del análisis. Los indicadores económicos vienen determinados por las diferentes opciones de inversión.

Se puede usar el análisis de proyecto para estimar la viabilidad económica o técnica de los proyectos de inversión en carreteras, considerando los puntos siguientes: Comportamiento estructural de los firmes, Previsiones de ciclo de vida del deterioro de la carretera, efectos y costes de las obras, Costes y beneficios de los usuarios, Comparaciones económicas de las alternativas al proyecto.

Los proyectos de análisis típicos incluyen la conservación y rehabilitación de carreteras existentes, modelos de ampliación en ancho y mejoras geométricas, mejora de firmes y nueva construcción. No hay cambios fundamentales a la filosofía del sistema en esta área, pero se han mejorado los modelos de deterioro de carreteras, que se han ampliado hasta cubrir una gama más amplia de firmes y el comportamiento de materiales en climas templados y fríos. Las relaciones de costes de usuarios incluyen los impactos sobre la seguridad de las carreteras.

En términos de necesidades de datos, la diferencia clave entre los análisis de estrategias y de programa, con los de análisis de proyecto, está en el detalle con que se definen los datos. Se usa el concepto de niveles de calidad de información (IQL – Information Quality Levels) recomendado por el Banco Mundial (*Paterson y Scullion, 1990*). Los datos de análisis a nivel de proyecto se especifican en términos de defectos medidos (IQL-II), mientras que la especificación del análisis de estrategias y del programa pueden ser más genéricos (IQL-III). Por ejemplo, para el análisis a nivel de proyecto, la regularidad superficial de la carretera se especificaría en términos del valor IRI (m/km), pero para el análisis de estrategias y del programa, la Regularidad superficial podría especificarse como buena, regular o mala. La relación entre los datos de nivel IQL-II e IQL-III es definida por el usuario en la Configuración del HDM, dependiendo de la clase de carretera, tipo de superficie del firme y clase de tráfico.

3.5. Módulos de HDM-4

Las tres herramientas de análisis (Estrategia, Programa y Proyecto) operan sobre datos definidos en uno de cuatro gestores de datos:

Red de carreteras: Define las características físicas de tramos de carreteras en una red o subred que se va a analizar.

Parque de vehículos: Define las características del parque de vehículos que operan en la red de carreteras que se va a analizar.

Obras: Define estándares de conservación y mejora, junto con sus costes unitarios que serán aplicados a los distintos tramos de la carretera a analizar.

Configuración del HDM: Define los datos por defecto que se usarán en las aplicaciones. Al instalar HDM-4 por primera vez, se suministra un conjunto de datos predefinidos, pero los usuarios deben modificarlos para adecuarlos a los entornos y circunstancias locales.

El análisis técnico en el HDM-4 se realiza usando cuatro modelos:

RD (Deterioro de la carretera): Predice el deterioro del firme en carreteras asfaltadas, de hormigón y no pavimentadas.

WE (Efecto de las obras): Simula los efectos de las obras en el estado del firme y determina los costes correspondientes.

RUE (Efectos para los usuarios): Determina los costes de operación de vehículos, accidentes y tiempo de viaje.

SEE (Efectos sociales y medioambientales): Determina los efectos de las emisiones de vehículos y el consumo de energía.

El modelo simula, para cada tramo de carretera, año a año, las condiciones de la misma y los recursos utilizados para conservación con cada estrategia, así como las velocidades de los vehículos y los recursos físicos consumidos por la operación de

vehículos. Una vez estimadas las cantidades físicas necesarias para construcción, las obras y operación de vehículos, se aplican los precios y costes unitarios especificados por los usuarios para determinar los costes financieros y económicos. Luego se hace el cálculo de los beneficios relativos de las diferentes alternativas, seguido del cálculo del valor actual y de la tasa de rentabilidad.

El sistema HDM-4 está diseñado para interactuar con sistemas externos como:

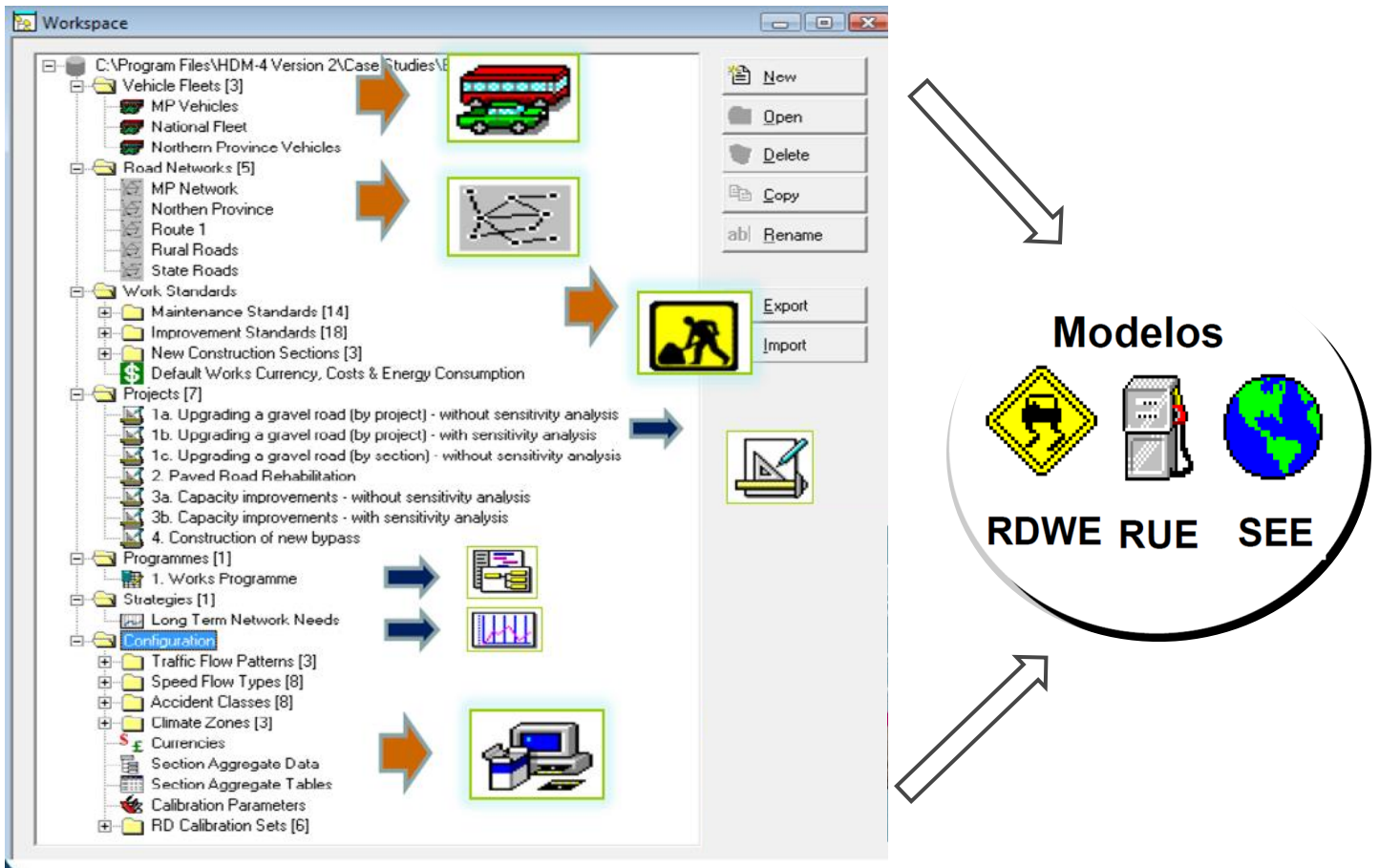
Bases de datos: Sistemas de información de redes de carreteras, sistemas de gestión de firmes, etc. A través de archivos intermedios de importación/exportación.

Modelos técnicos: Accedidos directamente por sistemas externos para aplicaciones de investigación u otros estudios.

El diseño del sistema tiene una estructura modular para permitir a los usuarios implantar independientemente los módulos HDM-4 en sus sistemas de gestión de carreteras. Los parámetros técnicos, además de los datos por defecto específicos del país se pueden calibrar fácilmente para ajustarlas a las condiciones locales usando Configuración HDM-4.

Figura 3.5

Módulos de HDM-4



3.6. Necesidades de datos

3.6.1. Visión General

Las aplicaciones HDM-4 han sido diseñadas para trabajar con una amplia gama de tipos y calidades de datos. Por ejemplo, los datos del estado del firme recogidos en inspecciones visuales según las distintas condiciones (por ejemplo, Muy bueno, bueno, regular o malo) se pueden convertir a las necesidades del modelo HDM-4 antes de ejecutar cualquiera de las aplicaciones. De forma similar, HDM-4 puede trabajar con medidas detalladas del estado del firme, si se dispone de los datos. Esta flexibilidad en los datos requeridos debe permitir a todos los usuarios potenciales con datos distintos integrar HDM-4 en sus funciones de gestión de carreteras.

3.6.2. Configuración de HDM-4

Como HDM-4 se utilizará en muy distintos entornos, la Configuración de HDM proporciona funciones para personalizar la operación del sistema y para reflejar la normativa habitual en el entorno estudiado. Los datos por defecto y los coeficientes de calibración se pueden definir de manera flexible para minimizar la cantidad de datos que se deben cambiar para cada aplicación de HDM-4. Con HDM-4 se suministran valores por defecto, pero todos ellos los puede definir el usuario y se proporcionan funciones para poder modificarlos. El conjunto de herramientas de HDM-4 se pueden usar como módulos adicionales a los actuales sistemas de gestión de firmes. Las funciones Importar y Exportar, integradas en los módulos, proporcionan un mecanismo para transferir datos entre las bases de datos existentes y los módulos HDM-4. El formato de intercambio de datos usa formatos de archivo estándar para fomentar su amplia adaptación por las organizaciones de carreteras.

3.6.3. Redes de carreteras

Redes de carreteras proporciona las funciones básicas para almacenar las características de uno o más tramos de carretera. Permite a los usuarios definir diferentes redes y subredes y definir tramos, que es la unidad fundamental de análisis. Las entidades de datos permitidas en la red de carreteras son:

Tramos

Tramos de carretera en los que las características físicas son razonablemente constantes.

Itinerarios

Comprenden uno o más tramos en los que el tráfico es razonablemente constante. Esto se ofrece para propósitos de compatibilidad de la red, referenciando el sistema con sistemas existentes de gestión de firmes.

Nodos

Intersecciones que conectan itinerarios u otros puntos en los que hay un cambio significativo en el tráfico, en las características de los vehículos o en los límites administrativos.

Todos los datos de la red se introducen usando la carpeta Red de carreteras y también existen funciones para edición, borrado y mantenimiento de estos datos. El enfoque de referencias a la red es considerablemente más flexible que el usado en HDM-III, y está diseñado para manejar un amplio abanico de convenciones de referencias externas que pueden ser usadas por otros sistemas con los que el HDM-4 puede tener que relacionarse.

3.6.4. Parques de vehículos

Parques de vehículos proporciona funciones para almacenamiento y recuperación de las características de vehículos necesarias para calcular velocidades, costes de operación, costes de tiempos de viaje y otros efectos. El método utilizado para representar un parque de vehículos es considerablemente más adaptable que el usado en HDM-III y no tiene límites al número o tipo de vehículos que se pueden especificar. Se incluyen vehículos a motor y no motorizados. Se pueden definir diversos juegos de Parques de vehículos para usarlos en diferentes análisis, suministrándose una amplia gama de datos por defecto.

3.6.5. Obras

Estándares de obras se refiere a los objetivos o niveles de condiciones y respuesta que se propone conseguir una organización de gestión de carreteras. Las organizaciones de carreteras suelen definir diferentes estándares que se pueden aplicar en situaciones prácticas para satisfacer objetivos concretos que están relacionados con las características funcionales del sistema de la red de carreteras.

La carpeta Obras proporciona funciones, dentro de un marco flexible, para definir una lista de estándares de conservación y mejora que son observados por organizaciones de carreteras en la gestión de su red y en actividades de desarrollo. Los estándares definidos en la carpeta Estándares de obras se pueden usar en cualquiera de las tres herramientas de análisis: Análisis de proyecto, Análisis de programa, Análisis de estrategias.

3.6.6. Importación y exportación de datos

Los datos necesarios para los análisis HDM-4 se pueden importar de fuentes de datos existentes, como sistemas de gestión de firmes (PMS –Pavement Management Systems), sistemas de información de autopistas, etc. La importación de los datos a HDM-4 (así como la exportación de HDM-4) está organizada en función de los objetos de datos arriba descritos (es decir, redes de carreteras, parques de vehículos, estándares de conservación y mejora, Configuración del HDM). Los atributos físicos de los objetos de datos seleccionados se deben exportar a un formato de archivo para intercambio de datos definido para HDM-4. Esto permite importar directamente desde cualquier base de datos todos los datos requeridos por HDM-4. Puede ser necesario implantar reglas de transformación de datos para convertir los que están en bases de datos externas al formato usado por HDM-4. Por ejemplo, los datos de baches registrados en la base de datos externa en términos del porcentaje del área del firme quede convertirse al número de unidades de

baches estándar (10 litros por volumen) requerido en HDM-4. De modo similar, otros datos requeridos por HDM-4, como factores de calibración del deterioro del firme, deben introducirse como valores por defecto predefinidos según el tipo de firme, clase de carretera y otros factores definidos. Otros datos requeridos por los análisis de HDM-4 se pueden guardar directamente en la base de datos interna de HDM-4. Éstos incluyen datos sobre características del parque de vehículos, estándares de conservación y mejora, costes unitarios y parámetros para análisis económicos.

3.7. Resultados

Los resultados de los análisis que realiza HDM-4 se agrupan de la siguiente manera:

Efectos del deterioro/trabajos

Efectos sobre los usuarios de la carretera

Efectos ambientales

Uso de la energía

Flujo de costes

Otros

Informes configurables por el usuario

3.8 Análisis de sensibilidad

En forma genérica, el análisis de sensibilidad busca investigar los efectos producidos por los cambios del entorno sobre el parámetro principal. El propósito general es identificar los parámetros relativamente sensibles (es decir, aquellos que no pueden cambiarse mucho sin cambiar la solución), con el fin de estimarlos con mayor precisión y seleccionar entonces una solución que siga siendo buena sobre los intervalos de valores probables de los parámetros sensibles. Esta información es útil para determinar el grado de confianza que podemos tener en los cambios de la variación, con base en la confianza con la cual se ha estimado los parámetros, también es útil para establecer prioridades en cuanto a la información adicional que necesitamos recolectar en las investigaciones futuras para mejorar el modelo.

FUENTE: *Manual práctico de investigación de operaciones1 3ra edición - Pág 148*

González Ariza, Ángel León - 2003

Se realiza un análisis de sensibilidad para demostrar si los datos de entrada tiene una mayor o menor influencia en los resultados, de manera que pueda definirse rangos de valores donde la confiabilidad de los resultados sea aceptable. En nuestro caso particular el ingreso de datos en el HDM IV puede generar resultados diferentes por lo cual se quiere demostrar en cuanto varían estos resultados ante una variación de datos de entrada.

El sentido de realizar un análisis de sensibilidad es llegar a una conclusión de que los datos que se ingresen al HDM IV pueden ser permisibles dentro de un rango para una variación aceptable o en su caso haya una necesidad de una certeza en los datos de entrada necesarios para obtener resultados confiables.

3.8.1. Metodología

El análisis de sensibilidad consiste en un método que permite observar y verificar las fluctuaciones en aquellos parámetros de definición del proyecto, que presentan una mayor incertidumbre en su comportamiento.

El propósito general es identificar los parámetros relativamente sensibles (es decir, aquellos que no pueden cambiarse mucho sin cambiar la solución óptima), con el fin de estimarlos con mayor precisión y seleccionar entonces una solución que siga siendo buena sobre los intervalos de valores probables de los parámetros sensibles.

Los análisis paramétricos o de sensibilidad evalúan el impacto de las variables de entrada de un modelo matemático sobre los resultados del mismo. Por lo anterior, resulta indispensable jerarquizar las variables del HDM-4 de acuerdo con su impacto en las predicciones de los modelos, a fin de destinar los recursos disponibles a la recopilación de los parámetros que producen las mayores variaciones en los resultados del sistema.

La investigación respectiva retomó el enfoque *ceteris paribus* empleado en el análisis de sensibilidad que se incluye como parte de la documentación del HDM-4 [Bennett, et al., 2000]; consiste en modificar por separado cada parámetro del modelo analizado, y evaluar su impacto en un resultado de referencia, manteniendo constantes los demás parámetros.

En el enfoque *ceteris paribus*, el impacto de los parámetros depende en términos generales, de los siguientes factores: a) el parámetro considerado, su valor inicial, y su porcentaje de variación; b) el resultado de referencia; c) los valores asignados al resto de los parámetros.

Con base en lo señalado, el procedimiento para evaluar la sensibilidad de los pronósticos de IRI y el número estructural, puede resumirse en los siguientes pasos:

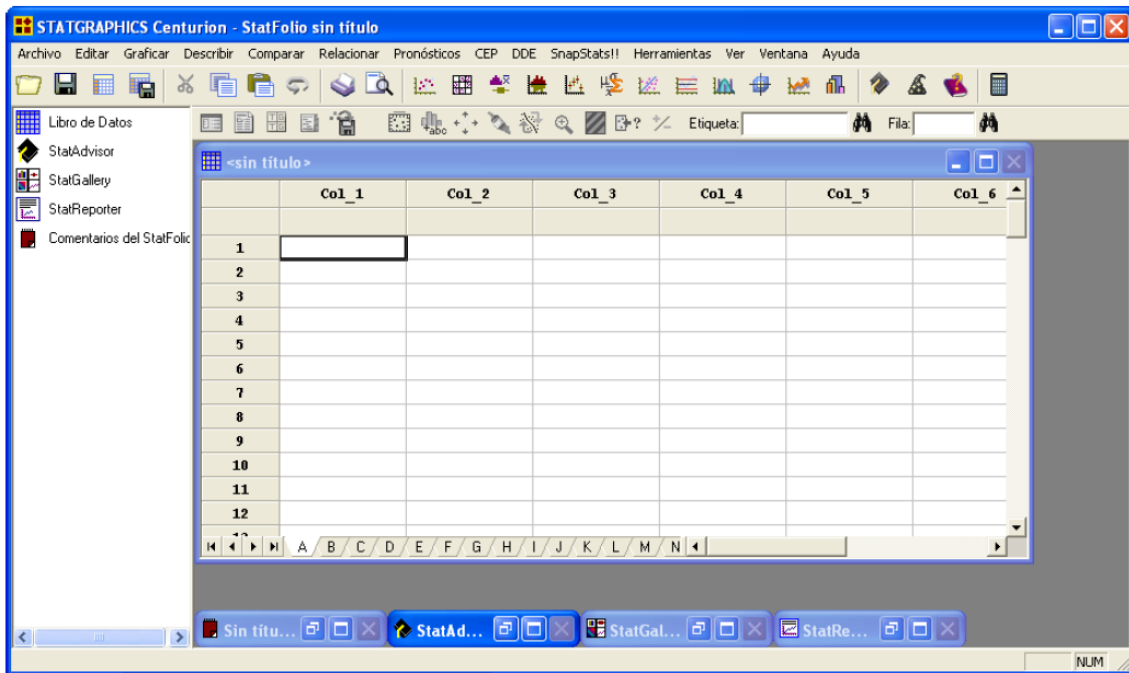
1. Definir las condiciones del análisis, asignando valores iniciales a todas las variables requeridas por el sistema.
2. Elegir un parámetro.
3. Utilizando el valor inicial del parámetro, calcular el pronóstico del resultado de referencia para periodos comprendidos entre 1 y 20 años.
4. Variar el parámetro elegido en un porcentaje determinado.
5. Repetir el cálculo del punto 3 con el nuevo valor del parámetro.
6. Calcular el valor de elasticidad del impacto correspondiente a cada periodo.
7. Repetir los pasos 4 a 6 para distintos porcentajes de variación, en un rango tal que permita identificar el comportamiento de la sensibilidad del resultado de referencia con respecto al parámetro elegido, y al mismo tiempo sea compatible con el rango de valores admitidos para el parámetro dentro del HDM-4.
8. Repetir los pasos 2 a 7 hasta concluir el análisis de todos los parámetros que intervienen en los modelos de deterioro para pavimentos asfálticos.

3.8.2. Procesamiento

Para realizar el análisis de sensibilidad del modelo HDM-4 se usó un programa estadístico: STATGRAPHICS.

Este procesamiento se realizó para todos los tres tramos Palos Blancos-Isiri, Bermejo-San Antonio y Tomatitas-Erquiz-Cadillar. Solo se mostrara procedimiento del año 2015 del primer tramo y los resultados se encuentran en anexos.

Ventana principal de STATGRAPHICS



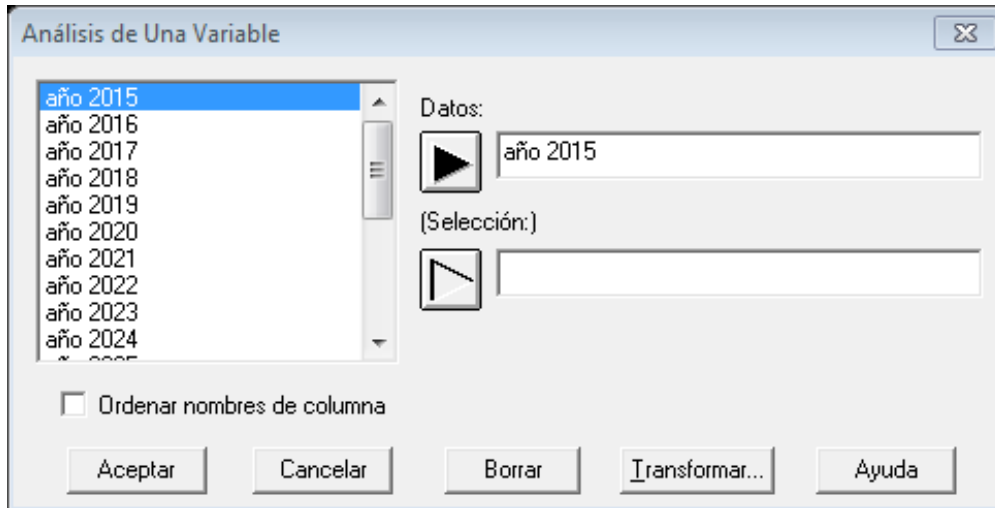
En orden a analizar datos en STATGRAPHICS Centurión XVI, es necesario situarse en el libro de datos de STATGRAPHICS.

The screenshot shows the main window of STATGRAPHICS Centurion with a data book open. The title bar reads "STATGRAPHICS Centurion - IMD PLB-ISI.sgp". The menu bar and toolbar are the same as in the previous screenshot. The "Libro de Datos" pane on the left shows a tree structure with "Análisis de Una Varia" (One Variable Analysis) repeated for rows 1 through 21, and "Resumen del A" (Summary of A) at the bottom. The main workspace displays a data table with the following content:

	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
IMD PALOS B-ISIRI									
1	58	61	50	54	57	59	62	64	67
2	38	50	39	43	44	46	48	50	52
3	27	39	28	31	32	33	35	36	38
4	17	28	17	19	20	21	21	22	23
5	48	17	63	66	69	72	75	78	81
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									

Hoja mostrando el contenido del archivo volumen trafico Palos B.-Isiri

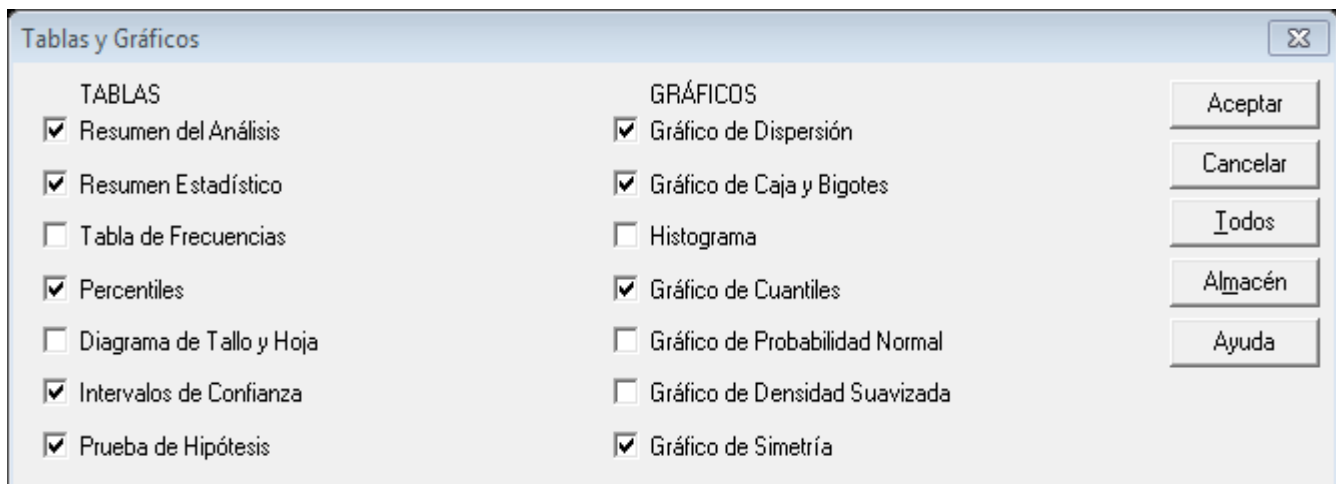
Una vez que los datos han sido leídos en el libro de datos de STATGRAPHICS Centurion XVI, se procede para resumir una columna simple de datos numéricos es Análisis de una variable.



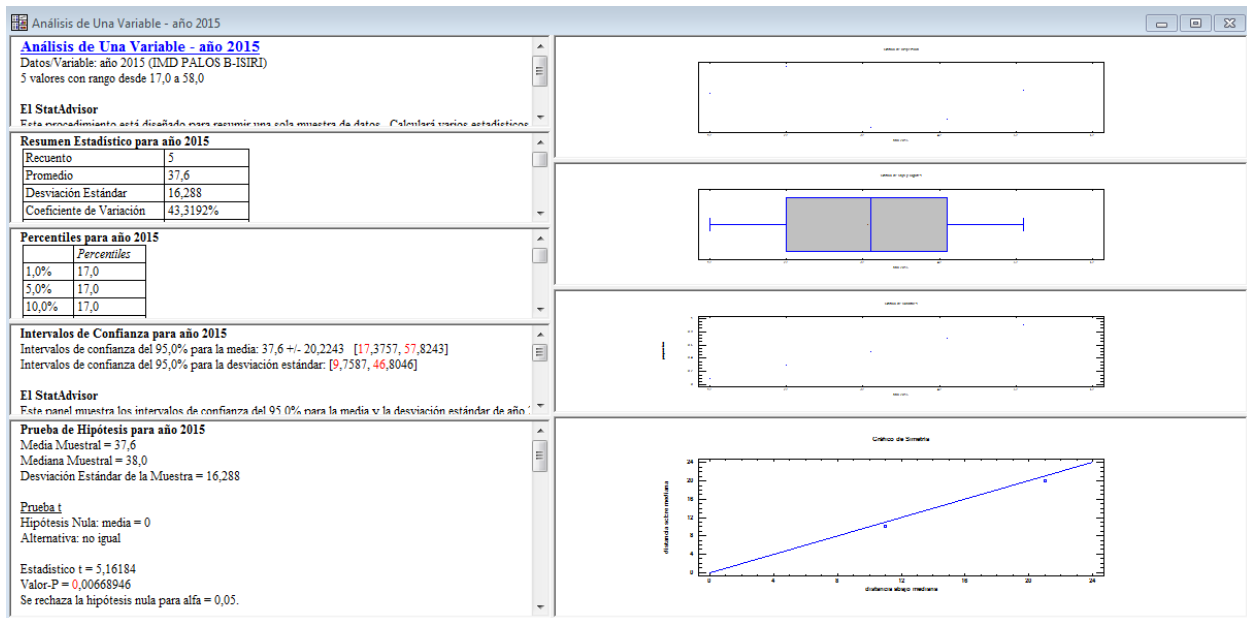
Cuadro de diálogo de entrada de datos en Análisis de una variable

La lista de la parte izquierda del cuadro muestra los nombres de todas las columnas en la hoja que contienen datos.

Cuando se pulse Aceptar, aparece el cuadro de diálogo Tablas y Gráficos. Este cuadro de diálogo muestra las tablas y gráficos que son posibles en el procedimiento Análisis de una variable. Por ahora, serán aceptadas las características necesarias:



Cuando se presiona *Aceptar* otra vez, se creará una nueva ventana de análisis:



Esta ventana contiene 9 paneles, divididos por barras móviles. Los cinco paneles de la izquierda muestran salida tabular, mientras que los cuatro paneles de la parte derecha muestran salida gráfica.

3.8.3. Ecuaciones utilizadas en los cálculos

Prueba de Hipótesis para Medias t de Student (Muestras Menores a 30)

La Prueba de Hipótesis para medias usando Distribución t de Student se usa cuando se cumplen las siguientes dos condiciones:

- Es posible calcular la media y la desviación estándar a partir de la muestra.
- El tamaño de la muestra es menor a 30.

El procedimiento obedece a los 5 pasos esenciales:

Paso 1:

Plantear Hipótesis Nula (Ho) e Hipótesis Alternativa (Hi).

- La Hipótesis alternativa plantea matemáticamente lo que queremos demostrar.
- La Hipótesis nula plantea exactamente lo contrario.

Paso 2:

Determinar Nivel de Significancia. (Rango de aceptación de hipótesis alternativa).

α

Se considera:

- 0.05 para proyectos de investigación.
- para aseguramiento de calidad.
- 0.10 para encuestas de mercadotecnia y políticas.

Paso 3:

Evidencia Muestral. Se calcula la media y la desviación estándar a partir de la muestra.

Paso 4:

Se aplica la Distribución t de Student para calcular la probabilidad de error (P) por medio de la fórmula:

$$t^* = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S_x}{\sqrt{n}}}$$

$$\text{Grados de Libertad} = df = n - 1$$

Sabiendo que:

$$\bar{X} = \text{Media}$$

$$\mu = \text{Valor a analizar}$$

$$S_x = \text{Desviación Estándar}$$

$$\bar{X} = \text{Media}$$

$$n = \text{Tamaño de muestra}$$

Paso 5:

En base a la evidencia disponible se acepta o se rechaza la hipótesis alternativa.

- Si la probabilidad de error (P) es mayor que el nivel de significancia:

SE ACEPTA HIPÓTESIS ALTERNATIVA

- Si la probabilidad de error (P) es menor que el nivel de significancia:

SE RECHAZA HIPÓTESIS ALTERNATIVA

TABLA T DE STUDENT



Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0 1	0.05	0 025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7082	31.8210	63.6559
2	0.6165	1.6856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1624	4.5407	5.6408
4	0.7407	1 5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0 7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3846	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1 3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.8996	1 3722	1.8125	2.2261	2.7638	3.1693
11	0.8974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.8955	1 3582	1.7823	2.1788	2.8810	3.0545
13	0.8938	1 3502	1.7709	2.1604	2.8503	3.0123
14	0.8924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	29768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2 6025	2.9467
16	0.0901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5635	2.9208
17	0.8892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2 6982
18	0.8884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.6784
19	0.8876	1 3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.6609
20	0.6870	1 3253	1.7247	2.0660	2 5280	2.6453
21	0.8864	1 3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.6314
22	0.6856	1 3212	1.7171	2.0739	2 5083	26188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.6073
24	0.684-6	1 3178	1.7109	2.0639	24922	2.7970
25	0.6844	1.3183	1.7061	2.0595	2.4651	2.7674
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	27787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0464	2.4671	2 7633

29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	24620	2 7564
30	0.6826	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	27385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2 7333
34	0.6816	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3082	1.6896	2.0301	2.4377	27238
38	0.6814	1.3055	1.6863	2.0281	2.4345	27195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2 7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2 7116
39	0.6806	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1 3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1 3025	1.6829	2.0195	2.4208	2 7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	24163	2.6951
44	0 6801	1 3011	1.6802	2.0154	2.4141	2 6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	24121	2.6696
48	0.6799	1.3002	1.6767	2.0129	2.4102	2.6670
47	0.6797	1 2996	1.6779	2.0117	2.4083	2.6646
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2 6622
49	0.6795	1 2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6600
50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	06791	1 2977	1.6741	2.0057	2.3933	2.6718
54	06791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1 2971	1.6730	2.0040	2.39611	2.6682
55	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3943	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1 2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1 2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1 2958	1.6706	2.0003	2.39011	2.6603

61	0.6785	1 2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
52	0.6785	1.2954	1.6696	1.9990	2.3830	2.6575
53	0.6784	1 2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
54	0.6783	1 2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
55	0.6783	1 2947	1.6686	1.99711	2.38511	2.6536
55	0.6782	1 2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
57	0.6782	1 2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1 2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
59	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1 2938	1.6669	1.9944	23803	2.6479
71	0.6780	1 2936	1.6666	1.9939	2.3800	2 6469
72	0.6770	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6770	1 2933	1.6660	1.9930	2.3735	2.6449
74	0.6776	1 2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6776	1 2929	1.6654	1.99211	2.37711	2.6430
75	0.6777	1 2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1 2926	1.6649	1.9913	2.3753	2.6412
78	0.6776	1 2925	1.6646	1.9903	2.37511	2.6403
79	0.6776	1 2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1 2922	1.6641	1.99011	2.3739	2.6387
81	0.6775	1 2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1 2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1 2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1 2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1 2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6613	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.98611	2.3676	2.6303

93	06771	1 2907	1.6614	1.9853	2.3671	2.6297
94	06771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	06771	1 2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	06771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1 2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1 2903	1.6606	1.9845	2.3650	2 6269
99	0.6770	1 2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1 2901	1.6602	1.9840	2.3642	2 6259
∞	0.6745	1.2316	1.6449	1.9600	2.3263	2 5758

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA SIGNOS

- Planteamiento de Hipótesis

$$H_o : p = 0.50 = q$$

$$H_a : p \neq 0.50$$

$$P(X = x) = nCx * p^x q^{n-x}$$

$$nCx = \frac{n!}{x!(n-x)!}$$

n es el número de pruebas.

x es el número de éxitos.

p es la probabilidad de éxito.

q es la probabilidad de fracaso.

$$Z = \frac{r^+ - 0.5n}{0.5\sqrt{n}}$$

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA RANGOS CON SIGNOS

$$z = \frac{W - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

n es el número de pruebas.

W valor estadístico de Wilcoxon

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA CHI CUADRADO

$$\chi_{calc}^2 = \sum \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$$

f_0 : Frecuencia del valor observado.

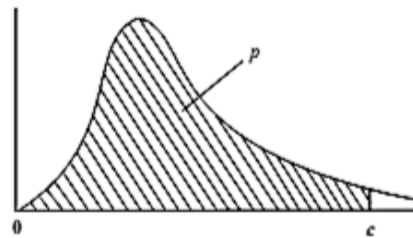
f_e : Frecuencia del valor esperado.

$$v = (\text{Cantidad de filas} - 1)(\text{Cantidad de columnas} - 1)$$

$$p = 1 - \text{Nivel de significancia}$$

Valores críticos de la distribución χ^2 (tema 6.9)

$$p = P(X \leq c)$$



p	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
$\nu = 1$	0,00004	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267

CAPÍTULO 4

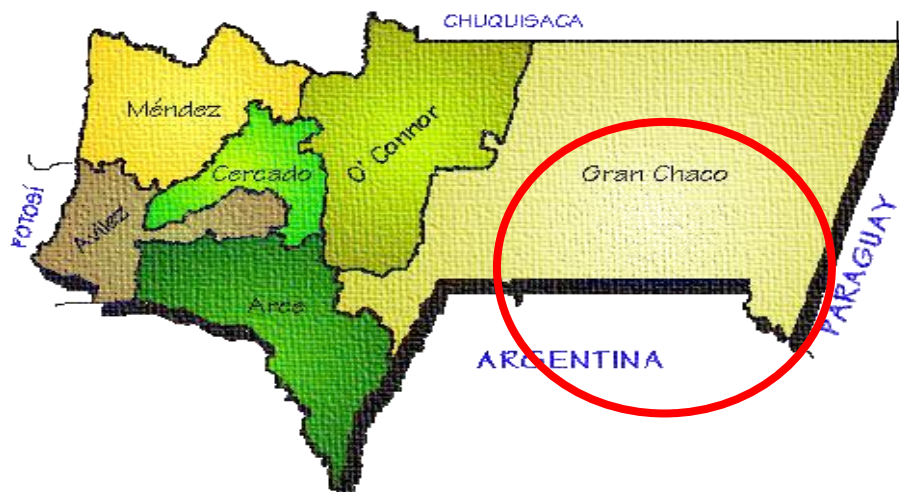
APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. Ubicación del área de estudio

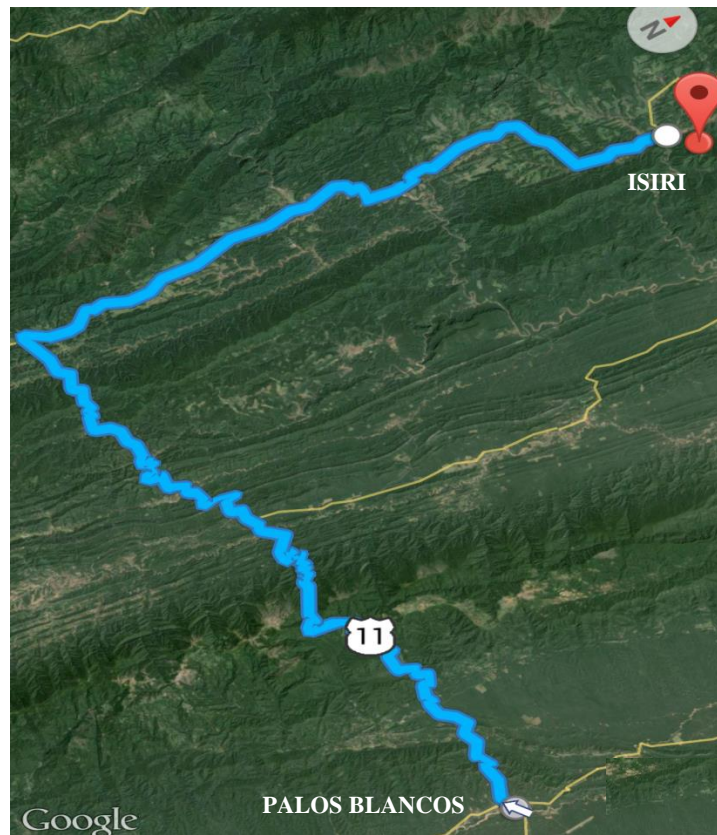
El proyecto “ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL MODELO HDM-4 A CONDICIONES LOCALES Y SU IMPLEMENTACIÓN” se ubica en las provincias Gran Chaco, Arce, y Méndez del departamento de Tarija.

a) TRAMO: PALOS BLANCOS – ISIRI

Mapa de Ubicación



UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO “PALOS BLANCOS – ISIRI”

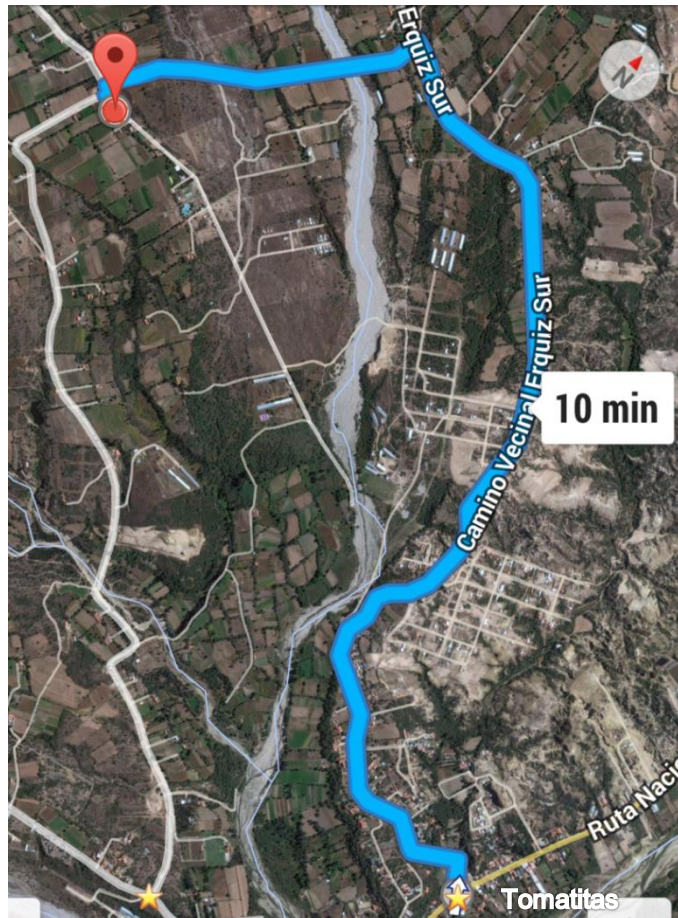


Ubicación.

- a. Departamento: Tarija
- b. Provincia: Gran chaco
- c. Comunidad: Palos blancos-Isiri
- d. Distancia tramo: 41.61 km
- e. cota: 763 msnm

c) UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO:

“TOMATITAS – ERQUIZ NORTE - ERQUIZ SUD - CRUCE
CADILLAR”



Ubicación.

- a. Departamento: Tarija
- b. Provincia: Méndez
- c. Distancia tramo: 15,88 km

d. cota: 1875 msnm

4.2 Características del área de estudio

a) TRAMO: PALOS BLANCOS – ISIRI

El tramo vial Palos Blancos - Isiri está ubicado en la Provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija dentro del Municipio de Villa Montes, es parte de la Ruta Fundamental F011 Palos Blancos –Isirí de la República de Bolivia y forma parte del corredor Central Sur de exportación que vincula las costas del Pacífico mediante los puertos de la República de Chile con los puertos del Atlántico en la República del Brasil.

La comunidad de Palos Blancos, se encuentra ubicada al oeste del departamento de Tarija, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con el Municipio de Yacuiba del departamento de Tarija y la República Argentina, al oeste con el Municipio de O'Connor, y al este con la República del Paraguay.

La comunidad de Palos Blancos, se encuentra ubicada entre las coordenadas 21°24'54" de Latitud Sur y 63 °46'53" de Longitud Oeste. Por su parte, su centro poblado principal es la ciudad de Villa Montes.

La fisiografía del terreno es montañosa y se vuelve muy montañosa y uniforme en cuanto a sus elementos florísticos, geológicos y socioeconómicos, por lo que la carretera se desarrolla presentando ondulaciones y curvaturas pronunciadas.

El clima es semiárido; el régimen de lluvias alcanza un valor medio de precipitación de 600 a 800 mm teniendo un valor medio de 27°C de temperatura.





b) TRAMO: BERMEJO-SAN ANTONIO

El proyecto inicia en la población de Bermejo constituye en la capital de la segunda sección de la Provincia Arce, del Departamento de Tarija, en esta misma población el

camino en estudio se conecta con la ruta F001 de la Red Vial Nacional que partiendo de Bermejo se dirige a Tarija.

El municipio de Bermejo tiene una extensión 380.90 km²., se encuentra ubicado entre las coordenadas 22°46'15" de Latitud Sud y 64 °18'42" de Longitud Oeste estando el camino cercano a lagunas de aguas frías y cristalinas con aves zancudas, como son las lagunas de Taxara, y conectado al río San Juan del Oro donde es posible la pesca deportiva; todas estas cualidades turísticas pueden explotarse para incrementar el flujo turístico si se cuenta con las comodidades y confort adecuados

Los límites de Bermejo son los siguientes: Al norte, con el Municipio de Padcaya, al sur, con la confluencia del Río Bermejo y Río Grande de Tarija; y con la República Argentina; al este, con el Río Grande de Tarija y la República Argentina y al oeste, con el Río Bermejo y la República Argentina

La actual carretera tiene una superficie entre ripiada y restos del pavimento antiguo en malas condiciones con un ancho de 6 metros. El alineamiento horizontal es predominantemente recto, con curvas medias. Las obras de drenaje del camino actual o no existen o se encuentran en mal estado.

Se desarrolla sobre una superficie muy montañosa; actualmente existen sistemas de drenaje en mal estado, pese a los trabajos ejecutados a la fecha; se trata de un camino con curvas muy cerradas; transitables con dificultad sobre todo en época de lluvia.

El transporte desempeña un papel esencial en lo que se refiere a la producción de las tierras, comercialización de productos agrícolas y posibilidades de acceso a la riqueza forestal, ganadera, industrial y minera.

El clima es sub-húmedo; el régimen de lluvias alcanza un valor medio de precipitación de 800 a 1000 mm teniendo un valor medio de 22°C de temperatura.



c) TRAMO: TOMATITAS – ERQUIZ NORTE – ERQUIZ SUD - CRUCE CADILLAR

El camino actual entre la población de Tomatitas hasta Erquiz Ceibal en la margen izquierda del río Erquiz para luego cruzar a la margen derecha por un puente en construcción y llegar a Erquiz Norte para finalizar en el lugar denominado Cruce Cadillar se conecta con la ruta Fundamental F001 en su tramo Tomatitas – Tarija por ambos extremos; el camino se encuentra en buenas condiciones, con una capa de rodadura en su gran mayoría de piedra trabada en seco de unos 10 cm de espesor y debajo de esta con material tipo sub base de unos 20 cm, el cuál puede ser la sub base de la estructura de pavimento a diseñar, el ancho del camino actual tiene alrededor de 6 m.

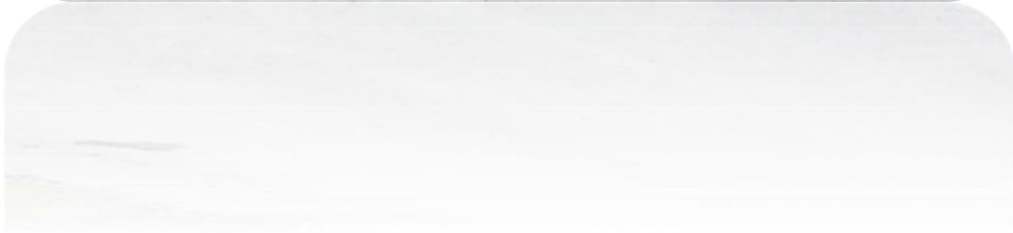
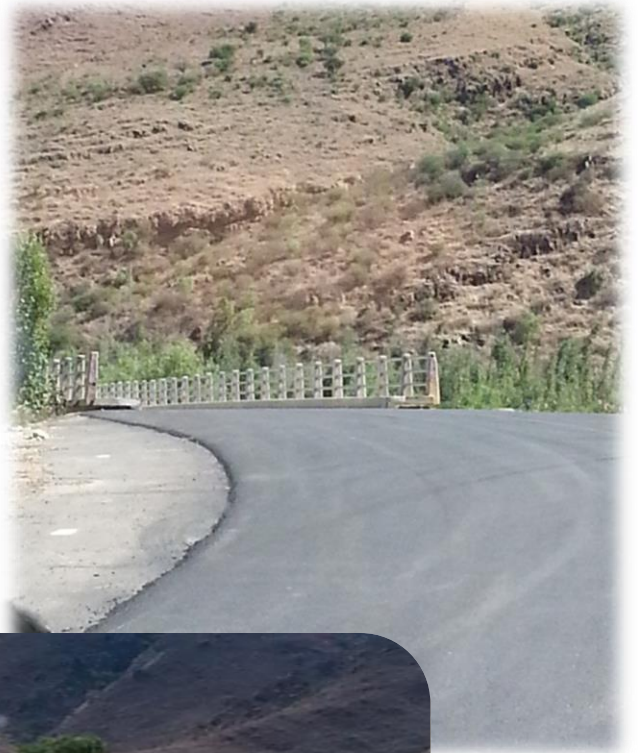
La carpeta de piedra rejuntada en seco fue ejecutada hace unos siete años, en los sectores del empedrado no deberá ser removida ni cambiada, se colocará una capa de material de base de 15 cm y en algunos sectores la estructura del pavimento deberá construirse en su totalidad, además de una importante cantidad de obras de arte y obras de protección a lo largo de la ruta.

El camino Cruce Cadillar – Erquiz Norte – Erquiz Ceibal - Tomatitas, se encuentra ubicado entre las coordenadas 21°32'31" de Latitud Sud y 64 °45'40" de Longitud Oeste. Por su parte, su centro poblado principal es la ciudad de Tarija.

El clima es lluvias alcanza un de 400 a 800 mm 18°C de temperatura



semiárido; el régimen de valor medio de precipitación teniendo un valor medio de



4.3. Obtención de datos en sub tramos de estudio

a) TRAMO: PALOS BLANCOS – ISIRI

Con los siguientes datos se identifica el tramo, definiendo geometría, características de la superficie, características de base y subbase, resistencia, estado de la carretera y otros factores como el medioambiente. (Ver tabla 4.1).

Tabla 4.1

Resumen de datos del tramo

DESCRIPCIÓN	Unidad	Carretera Palos Blancos -Isiri
GEOMETRIA		
Progresiva inicio		0+000
Progresiva final		41+608.2
Longitud	Km	41.61
Subidas y bajadas	m/km	41.33
Numero (sub.+ baj.)/km	#/km	3.58
Peralte maximo	%	8
Curvatura horizontal	Grados/km	231.4
Ancho rodadura	m	7.0
Ancho de una berma	m	1
N° efectivo de carriles	#	2
MEDIO AMBIENTE		
Altitud promedio	m	763
Precipitación mensual	mm/mes	51
Precipitación mensual	m/mes	0,51
SUPERFICIE		
Espesor capa nueva	mm	50
Espesor capa vieja	mm	-
BASE/ SUBRASANTE		
Area total fisurada	%	33
CBR	Area con dep.de arcillos	6 %
Espesor capa base	Numero de baches	160 (n°/km)
Espesor capa subbase	Profundidad media de roderas	300
RESISTENCIA		
N° estructural	Textura	(mm) 0,68
	Rozamiento (SCRIM 50 Km/hr)	0,6

El Trafico Promedio Diario Anual (TPDA), se estableció en base a los registros de estadística Vial, elaborada por el Servicio Departamental de caminos. La composición vehicular de 7 vehículos es de los últimos conteos realizados por el SEDECA.

Tabla 4.2

Resumen de datos de Tráfico

TIPO DE VEHÍCULO	TRAMO PALOS BLANCOS-ISIRI TASA DE CRECIMIENTO (%/año)	COMPOSICION DE TRAFICO (%)
Bus grande	3,81	3,21
Bus mediano	3,81	3,21
Camion grande 3 ejes	4,29	32,69
Camion mediano	5,45	14,6
Microbus	3,81	3,21
Camioneta	3,88	33,02
Vagoneta Jeep	3,88	10,06

Las características principales del Parque de Vehículos son datos como: precio de vehículo, precio llantas, mantenimiento, características básicas, etc.

La tabla 4.3 precisa datos de costos económicos actuales para la introducción en el modelo en unidades de dólares.

Tabla 4.3

Parámetros de vehículos requeridos

DESCRIPCION	Unidad	Automóvil vagoneta jeep	Camioneta Minibus	Microbus	Bus Mediano	Bus Grande	Camión mediano	Camión Grande 3 ejes
COSTOS ECONOMICOS UNITARIOS								
Vehículo	\$us	19,500.00	40,500.00	18,500.00	170,000.00	192,510.00	58,500.00	181,300.00
Llantas	\$us	65.00	129.00	90.00	172.00	545.00	222.00	502.00
Mano de obra de mant.	\$us/h	5.47	5.47	5.47	7.81	7.81	5.47	7.81
Tripulación	\$us/h	0.00	0.00	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03
Tiempo de pasajeros r/t	\$us/h	3.31	3.31	3.31	2.41	2.41	0.00	0.00
Costo demora carga	\$us/h						0.42	0.42
Gastos Generales	Sus/año	400	500	700	1200	1200	880	1000

PRECIO LUBRICANTES		
Precio gasolina	\$us/lt	0,54
Precio diesel	\$us/lt	0,53
Precio de lubricantes	\$us/lt	3,16

Las alternativas de mantenimiento fueron elegidas según el tipo de tramo, sus características y condiciones. La totalidad de los trabajos de mantenimiento deben ser realizados, conforme la programación prevista, y así poder tener la carretera dentro de condiciones adecuadas para el tráfico, además de evitar que por falta de mantenimiento la carretera llegue a destruirse y tener mayores costos para poder rehabilitar el tramo.

Las alternativas son cuatro:

Tabla 4.4

Mantenimiento para Superficie Carpeta de Concreto Asfáltico

Alternativas	Cantidad / frecuencia	Observaciones
Parqueo o bacheo	1000 m ² /Km/Año	Area máxima
Resellado de la capa de Rodadura	Cada 8 años (e = 15 mm)	Periodo máximo
Refuerzo estructural	Cada 10 años (e = 40 mm)	Periodo máximo
Mantenimiento rutinario	Todo el año	Limpieza de cunetas, alcant.. desbroce, etc.

El estudio realizado con la aplicación del HDM-4, evalúa posibles alternativas de mantenimiento según las condiciones en las que se encontraría la carretera en función del modelo de deterioro.

Costos de Mantenimiento

Actividad	Unidad	Financiero	Económico
Parcheo o bacheo	\$us/m ²	10.88	8.97
Resello	\$us/m ²	1.64	1.39
Refuerzo 40 mm	\$us/m ²	8.28	7.08
Mantenimiento rutinario	\$us/Km/año	1,319.00	1,071.00

b) TRAMO: BERMEJO-SAN ANTONIO

Con los siguientes datos se identifica el tramo, definiendo geometría, características de la superficie, características de base y súbbase, resistencia, estado de la carretera y otros factores como el medioambiente. (Ver tabla 4.5).

Tabla 4.5

Resumen de datos del tramo

DESCRIPCIÓN	Unidad	Carretera Bermejo-San Antonio
GEOMETRIA		
Progresiva inicio		0+000
Progresiva final		58+358
Longitud	Km	58.35
Subidas y bajadas	m/km	20
Numero (sub.+ baj.)/km	#/km	1
Peralte maximo	%	10
Curvatura horizontal	Grados/km	130
Ancho rodadura	m	7
Ancho de una berma	m	1.5
N° efectivo de carriles	#	2
MEDIO AMBIENTE		
Altitud promedio	m	438
Precipitación mensual	mm/mes	98,5
SUPERFICIE		
Espesor capa nueva	mm	50
Espesor capa vieja	mm	-
BASE/ SUBRASANTE		
CBR	%	10
Espesor capa base	mm	200
Espesor capa subbase	mm	300
RESISTENCIA		
N° estructural		3

ESTADO		
Rugosidad (IRI)	m/km	3,6
Area total fisurada	%	24
Area con dep.de aridos	%	2
Numero de baches	(n°/km)	15
Profundidad media de roderas		2
Textura	(mm)	0,68
Rozamiento (SCRIM 50 km/hr)		0,5

El Trafico Promedio Diario Anual (TPDA), se estableció en base a los registros de estadística Vial, elaborada por el Servicio Departamental de caminos. La composición vehicular de 7 vehículos es de los últimos conteos realizados por el SEDECA.

Tabla 4.6

Resumen de datos de Tráfico

TIPO DE VEHÍCULO	TRAMO PALOS BLANCOS-ISIRI TASA DE CRECIMIENTO (%/año)	COMPOSICION DE TRAFICO (%)
Automovil	5,72	16,34
Camion grande 2 ejes	5,72	20,26
Camion grande 3 ejes	5,72	14,53
Camion mediano 2 ejes	5,72	21,41
Camioneta	5,72	18,63
Microbus	5,72	2,46
Minibus	5,72	6,37

Las características principales del Parque de Vehículos son datos como: precio de vehículo, precio llantas, mantenimiento, características básicas, etc.

La tabla 4.7 precisa datos de costos económicos actuales para la introducción en el modelo en unidades de dólares.

Tabla 4.7

Parámetros de vehículos requeridos

DESCRIPCION	Unidad	Automóvil (otros)	Camión Grande 2 ejes	Camión Grande 3 ejes	Camión mediano 2 ejes	Camioneta	Microbus	Minibus
COSTOS ECONOMICOS UNITARIOS								
Vehículo	\$us	13,000.00	96,000.00	181,300.00	58,500.00	40,500.00	18,500.00	19,500.00
Llantas	\$us	65.00	222.00	502.00	222.00	129.00	90	86.00
Mano de obra de mant.	\$us/h	5.47	7.81	7.81	5.47	5.47	7.81	7.81
Tripulación	\$us/h	0.00	7.03	7.03	7.03	0	7.03	7.03
Tiempo de pasajeros r/t	\$us/h	3.31	0	0	0	3,31	2,41	2,41
Costo demora carga	\$us/h		0,42	0,42			0	0
Gastos Generales	Sus/año	350	750	950	750	400	1000	1000

PRECIO LUBRICANTES		
Precio gasolina	\$us/lt	0,54
Precio diesel	\$us/lt	0,53
Precio de lubricantes	\$us/lt	3,16

Las alternativas de mantenimiento fueron elegidas según el tipo de tramo, sus características y condiciones. La totalidad de los trabajos de mantenimiento deben ser realizados, conforme la programación prevista, y así poder tener la carretera dentro de condiciones adecuadas para el tráfico, además de evitar que por falta de mantenimiento la carretera llegue a destruirse y tener mayores costos para poder rehabilitar el tramo.

Las alternativas son tres:

Tabla 4.8

Mantenimiento para Superficie Carpeta de Concreto Asfáltico

Alternativas	Cantidad / frecuencia	Observaciones
Bacheo	5 años	Área máxima
Refuerzo estructural	Cada 5 años (e = 50 mm)	Periodo máximo
Mantenimiento rutinario	Todo el año	Limpieza de cunetas, alcant... Desbroce, etc.

El estudio realizado con la aplicación del HDM-4, evalúa posibles alternativas de mantenimiento según las condiciones en las que se encontraría la carretera en función del modelo de deterioro.

Costos de Mantenimiento

Actividad	Unidad	Financiero	Económico
Bacheo	\$us/m ²	10.88	8.97
Refuerzo 50 mm	\$us/m ²	9.49	8.11
Mantenimiento rutinario	\$us/Km/año	1,392.00	1,200.0

c) **TRAMO: TOMATITAS – ERQUIZ NORTE – ERQUIZ SUD - CRUCE CADILLAR**

Con los siguientes datos se identifica el tramo, definiendo geometría, características de la superficie, características de base y subbase, resistencia, estado de la carretera y otros factores como el medioambiente. (Ver tabla 4.9).

Tabla 4.9

Resumen de datos del tramo

DESCRIPCIÓN	Unidad	Carretera tomatitas - erquis-cruce cadillar
GEOMETRIA		
Progresiva inicio		0+000
Progresiva final		15+880
Longitud	Km	15.88
Subidas y bajadas	m/km	20
Numero (sub.+ baj.)/km	#/km	1
Peralte maximo	%	2
Curvatura horizontal	Grados/km	130
Ancho rodadura	m	6
Ancho de una berma	m	1
N° efectivo de carriles	#	2
MEDIO AMBIENTE		
Altitud promedio	m	1875
Precipitación mensual	mm/mes	49,67
SUPERFICIE		
Espesor capa nueva	mm	50
Espesor capa vieja	mm	-
BASE/ SUBRASANTE		
CBR	%	7,58
Espesor capa base	mm	150
Espesor capa subbase	mm	240
RESISTENCIA		
N° de ESTADO		2,44
Rugosidad (IRI)	m/km	5
Area total fisurada	%	0
Area con dep.de aridos	%	0
Numero de baches	(n°/km)	28
Profundidad media de roderas		0
Textura	(mm)	0,7
Rozamiento (SCRIM 50 km/hr)		0,5

El Trafico Promedio Diario Anual (TPDA), se estableció en base a los registros de estadística Vial, elaborada por el Servicio Departamental de caminos. La composición vehicular de 7 vehículos es de los últimos conteos realizados por el SEDECA.

Tabla 4.10

Resumen de datos de Tráfico

TIPO DE VEHÍCULO	TRAMO PALOS BLANCOS-ISIRI TASA DE CRECIMIENTO (%/año)	COMPOSICION DE TRAFICO (%)
Automovil(otros)	2,57	30,96
Camion mediano 2 ejes	3,9	10,1
Camionetas(vagoneta,jeep)	2,01	44,72
Camion Articulado	2,76	0,46
buses	1,2	10,32
Camion grande 2 ejes	4,17	3,44

Las características principales del Parque de Vehículos son datos como: precio de vehículo, precio llantas, mantenimiento, características básicas, etc.

La tabla 4.11 precisa datos de costos económicos actuales para la introducción en el modelo en unidades de dólares.

Tabla 4.11

Parámetros de vehículos requeridos

DESCRIPCION	Unidad	Automóvil (otros)	Camion mediano 2 ejes	Camionetas vagoneta, jeep	Camion Articulado	buses	Camion grande 2 ejes
COSTOS ECONOMICOS UNITARIOS							
Vehículo	\$us	13,000.00	77,000.00	40,500.00	22,000.00	170,000.00	96,000.00
Llantas	\$us	65.00	187.00	129.00	545.00	172.00	222
Mano de obra de mant.	\$us/h	5.47	7,81	5.47	7,81	7,81	7,81
Tripulación	\$us/h	0.00	7,03	0	7.03	7.03	7.03
Tiempo de pasajeros r/t	\$us/h	3.31	0	3,31	0	2,41	0
Costo demora carga	\$us/h		0,42	0	0,42		0,42
Gastos Generales	Sus/año	350	750	400	1000	1200	750

PRECIO LUBRICANTES		
Precio gasolina	\$us/lt	0,54
Precio diesel	\$us/lt	0,53
Precio de lubricantes	\$us/lt	3,16

Las alternativas de mantenimiento fueron elegidas según el tipo de tramo, sus características y condiciones. La totalidad de los trabajos de mantenimiento deben ser realizados, conforme la programación prevista, y así poder tener la carretera dentro de condiciones adecuadas para el tráfico, además de evitar que por falta de mantenimiento la carretera llegue a destruirse y tener mayores costos para poder rehabilitar el tramo.

Las alternativas son tres:

Tabla 4.12

Mantenimiento para Superficie Carpeta de Concreto Asfáltico

Alternativas	Cantidad / frecuencia	Observaciones
Bacheo	3 años	Area máxima
Refuerzo estructural	Cada 5 años (e = 30 mm)	Periodo máximo
Mantenimiento rutinario	Todo el año	Limpieza de cunetas, alcant., Desbroce, etc.

El estudio realizado con la aplicación del HDM-4, evalúa posibles alternativas de mantenimiento según las condiciones en las que se encontraría la carretera en función del modelo de deterioro.

Costos de Mantenimiento

Actividad	Unidad	Financiero	Económico
Bacheo	\$us/m ²	8	10
Refuerzo 50 mm	\$us/m ²	9.49	8.11
Mantenimiento rutinario	\$us/Km/año	1,392.00	1,200.0

ANÁLISIS DE LOS DATOS DE ENTRADA.-

El objetivo del proyecto es analizar la sensibilidad de los datos de entrada en el programa HDM IV, como se evidencia en los cuadros arriba mostrados la cantidad de datos de entrada son bastantes y estudiar cada uno de ellos inviabilizaría el análisis por ello se han establecido los siguientes parámetros de entrada para su análisis:

- Índice de Regularidad Internacional IRI
- Numero de Baches
- Trafico promedio Diario

El porqué se consideraron estos parámetros para el análisis de su sensibilidad es que estos parámetros son medibles e influyen directamente en el deterioro del pavimento y por ende en su planificación de mantenimiento.

Si bien estos parámetros pueden obedecer a una información histórica de muchos años, esa información puede conjugarse en un solo valor medio a partir del cual se realice una variación de este valor en un rango que pueda permitir determinar la variabilidad de los resultados después de utilizar el programa de HDM IV.

La importancia de que los parámetros de entrada influyan en los resultados es porque eso permitiría afirmar con mayor certeza de que exista o no sensibilidad en los valores de entrada y en consecuencia concluir que la determinación de la información de entrada deba tener una determinada certeza o en su caso valorar a los resultados con un grado de incertidumbre para los resultados que se obtengan.

4.4) Procesamiento con el HDM 4 para los sub tramos de estudio

Para demostrar el estudio de este caso se dieron los siguientes pasos:

1. Configuración, localización y revisión de los datos.
2. Ejecución de HDM-4.
3. Generación de informes.
4. Análisis de resultados.

a) TRAMO: PALOS BLANCOS – ISIRI

- CONFIGURACIÓN.- Se realizó la configuración del sistema de datos en HDM-4 puesto que la gestión de todos estos datos serán usados en el análisis. La configuración se divide en tres grupos:

Modelo de tráfico; los patrones de la intensidad del tráfico se definen como periodos de flujo que representan las horas del día (a través de un año) con la misma intensidad. Puesto que las condiciones de intensidad de tráfico del tramo en estudio son muy especiales es decir de flujo libre, se toma como patrón de intensidad de tráfico el predefinido en el HDM-4 con el nombre de *Free-flow*, mostrado en la pantalla siguiente:

Patrón de intensidad de tráfico: Free-Flow

Definición

Nombre: Free-Flow

Uso de la carretera: Otro uso

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

Datos de distribución del tráfico

Seleccionar método: HV PCNADT

Periodo	Descripción	Horas por año (HRYRp)	Tráfico horario (HVp)	% de IMD (PCNADTp)
1	P	8760.00	0.040	100.00

8760.00 100.00

NB. HRYRp debe ser igual a 8760, y PCNADTp debe ser igual a 100

Tipo de

capacidad - velocidad; la función principal de la relación capacidad-velocidad es presentar las características de la capacidad de los diferentes tipos de carretera .Dada la característica de la carretera el tipo adoptado para el estudio es: *Carretera de dos carriles*. Las características de la capacidad se definen en términos de los diferentes parámetros.

Tipo de velocidad/capacidad: Two Lane Standard

Nombre: Two Lane Standard

Capacidad

Tipo de carretera: Carretera de dos carriles

Capacidad última: 1400 PCSE/carril/hr

Cap. en tráfico libre: 0,1 ($0 \leq XQ1 < 1$)

Capacidad nominal: 0,9 ($0 < XQ2 < 1$)

Velocidad de atasco en capacidad: 25 km/h

Índice de accidentalidad (en nº/ 100 millones veh-km)

por composición: Mortal: 3
Heridos: 6
Solo daños: 12

total: Todos los accidentes: 0

Relativo a la velocidad

0,65 m/s²

CALBFAC: 1

Factor multiplicación velocidad deseada: 1

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

Zona climática; las zonas climáticas se usan para representar las condiciones del clima en las diferentes partes de la red de carreteras. Los datos que representan estas condiciones afectan al deterioro del pavimento. Los datos de las zonas climáticas se dividen en dos categorías: humedad y temperatura. La zona climática definida con los datos en estudio es: *Semi-Arido/ Tropical* y el grupo de parámetros se muestra en la pantalla siguiente.

Zona climática: Semi-arid/Tropical

Clima

Nombre: Semi-arid/Tropical

Clasificación por humedad: Semiárido

Índice de humedad: -40

Duración estación seca: 0,75 (como parte de un año)

Precipitación media mensual: 50 mm

Clasificación temperatura: Tropical

Temperatura media: 27 °C

Rango temperaturas medias: 15 °C

Días T>32°C: 90 días

Índice de helada: 0 °C-día

Porcentaje de tiempo que se conduce

Carreteras cubiertas nieve: 0 0<=PCTDS<=100

Carreteras cubiertas agua: 20 0<=PCTDW<=100

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

Nombre de esta zona climática

- LOCALIZACIÓN.-

Los grupos de datos que se definieron, antes del estudio, a la base de datos de HDM-4son:

Datos de la red de carretera; una Red de Carreteras HDM-4 almacena los detalles de la carreta que se desea analizar, un tramo normalmente corresponde un segmento de carretera. La red definida es localizada con el nombre de *Palos Blancos – Isiri*.

La hoja de cálculo que se muestra a continuación muestra algunos atributos de tramo.

Red de carreteras: PROY 1: PALOS BLANCOS- ISIRI - Todos los tramos/Datos generales

ID	Descripción	Fecha últ. modif.	Tipo de capa de rodadura	Tipo de firme	Longitud (km)
01-PAL-ISI	PALOS BLANCOS- ISIRI	03/11/2014	Bituminosa	Mezcla bituminosa sobre base gr	41.6

Añadir nuevo
 Borrar
 Editar..
 Grabar
 Cerrar

La caja de dialogo perteneciente al tramo genera acceso a todos los atributos del tramo. El tramo de carretera esta almacenada en dos niveles:

-Atributos claves del tramo (datos que estan al alcance, dependientes de la clase de superficie en este caso bituminosa,etc)

Tramo: PALOS BLANCOS- ISIRI

Definición | Geometría | Fime | Estado

Nombre del tramo: PALOS BLANCOS- ISIRI
ID del tramo: 01-PAL-ISI
Nombre ruta: PALOS BLANCOS- ISIRI
ID de ruta: 01-PAL-ISI
Tipo de vel/cap: Two Lane Standard
Modelo de tráfico: Free-Flow
Zona climática: Semi-arid/Tropical
Clase carretera: Primary or Trunk
Tipo c.rodadura: Bituminosa
Tipo fime: Mezcla bituminosa sobre base granular

Longitud: 41,61 km
Ancho de calzada: 7 m
Ancho de arcén: 1 m
Número de camiles: 2

Trafico
Motojizado: 36 IMD
No motojizado: 0 IMD
Año: 2014
Sentido: Ambos sentidos

Detalles... OK Cancel

-Atributos detalles del tramo (son parametros que no estan facilmente disponibles,que solo son necesarios bajo ciertas circunstancias, que solo pueden ser cambiados por aquellos que calibren los modelos,etc.)

Calibración de tramo: PALOS BLANCOS- ISIRI

Deterioro superficial | Textura superficial | Defectos estructurales
Referido a la velocidad | Drenaje, arcenes y camiles para TNM | Historia

Alineación
Nº rampas + pendientes: 3,58 n°/km
Peralte: 8 %
adral: 0,1 m/s²

Factores de reducción de velocidad
XNMT: 0,8 0,4 <= XNMT <= 1
Fricción lateral: 0,8 0,4 <= XFRI <= 1
XMT: 0,8 0,4 <= XMT <= 1
Cumplimiento vel. límite: 1,1

OK Cancel

Datos del parque de vehículos; los parques de vehículos son utilizados para guardar detalles de los tipos de vehículos a ser utilizados en los análisis del HDM-4. Cuando se crea un parque de vehículos, se debió incluir un tipo de vehículo por cada clase de vehículo en el conjunto de tráfico modelizado.

Los tipos de vehículos definidos se visualizan en la base de datos de la ventana Parque de Vehículos con el nombre de *Palos Blancos – Isiri*, como se muestra en la ventana.

Nombre	Clase	Fecha últ. modif.	Tipo base	Categoría
BUS GRANDE	Autobuses	26/10/2014	Autobús pesado	Motorizado
BUS MEDIANO	Autobuses	26/10/2014	Autobús medio	Motorizado
CAMION GRANDE 3 E	Camiones	26/10/2014	Camión pesado	Motorizado
CAMION MEDIANO	Camiones	26/10/2014	Camión mediano	Motorizado
CAMIONETA	Vehículos de repa	26/10/2014	Vehículos ligeros de m	Motorizado
MICROBUS	Autobuses	26/10/2014	Minibus	Motorizado
VAGONETA JEEP	Coche de pasajer	26/10/2014	Coche pequeño	Motorizado

Below the table are several control buttons: 'Añadir nuevo' (Add new), 'Borrar' (Delete), 'Editar' (Edit), 'Info' (Information), 'Grabar' (Save), and 'Cerrar' (Close).

La caja de dialogo perteneciente al tramo genera acceso a todos los tributos del parque vehicular. (Datos disponibles según el tipo de vehículo pueden ser visualizados y editados)

Características del vehículo: BUS GRANDE

Definición | Características básicas | Costes económicos unitarios

Nombre: BUS GRANDE

Tipo base: Autobús pesado

Clase: Autobuses

Categoría: Motorizado

Descripción: Autobús grande de dos o más ejes

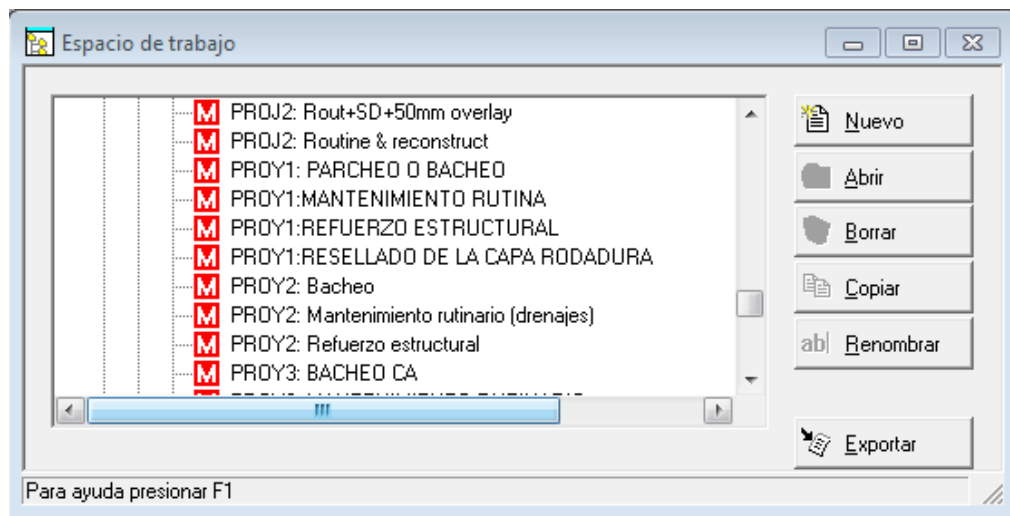
Método de vida: Vida constante Vida óptima

Calibración...
Valores por Defecto

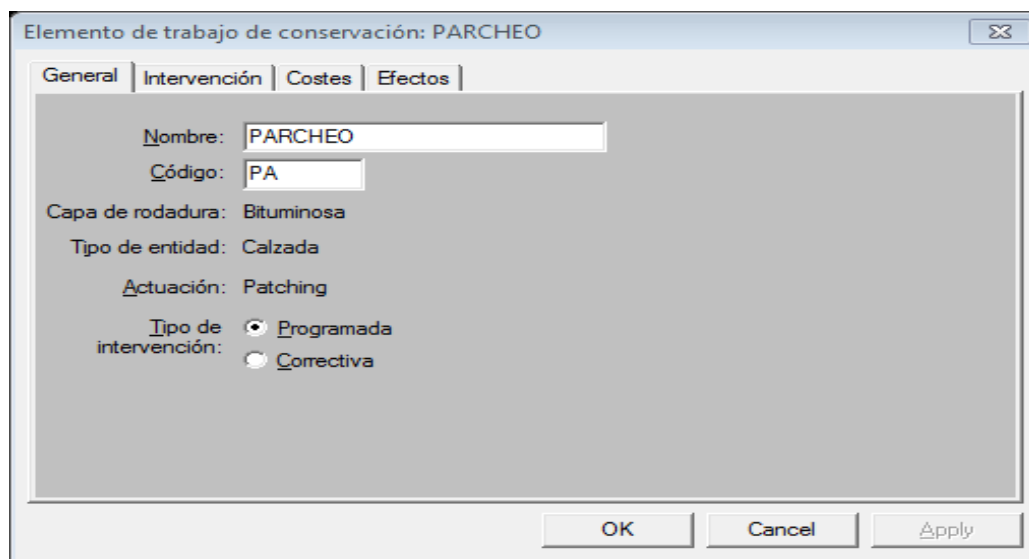
OK
Cancel

Estándares de los trabajos; en HDM-4 los estándares de conservación y mejora se usan para representar los objetos o niveles de condición y respuesta que se desean alcanzar. En este caso, para definir los trabajos requeridos para mantener el tramo de carretera Palos Blancos – Isiri en el nivel deseado, se realizara los estándares de conservación.

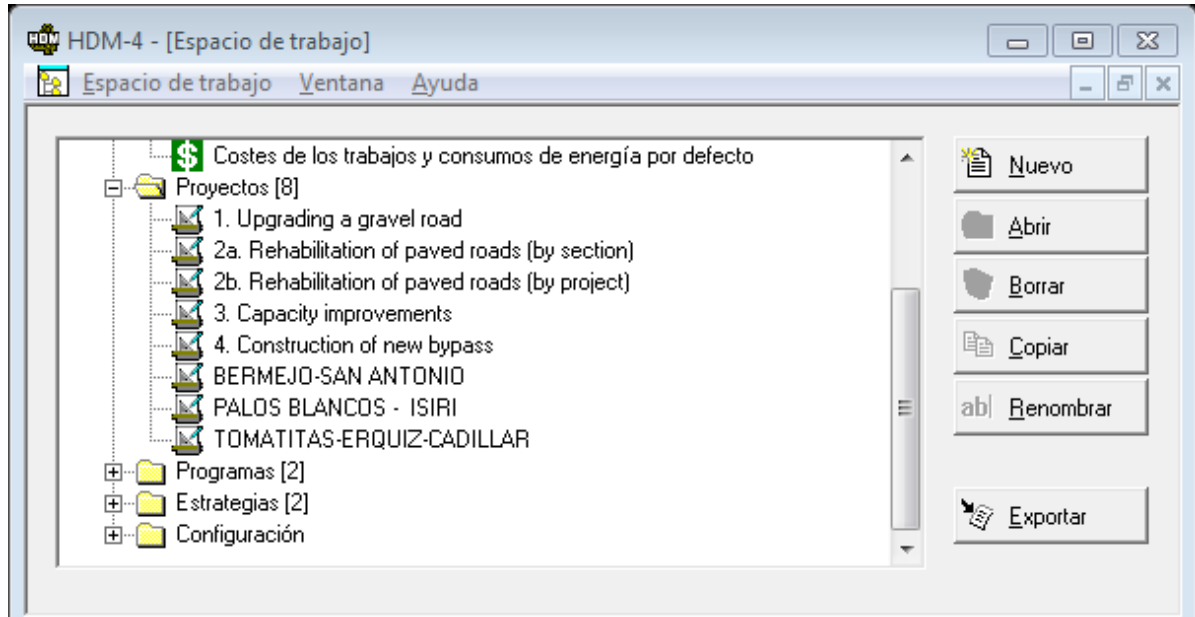
En la ventana siguiente se muestra el listado de estándares definidos: *Parcheo o bacheo Resellado de la capa de Rodadura, Refuerzo estructural y Mantenimiento rutinario*



Cada estándar consiste en un grupo de trabajo, cada trabajo se define en términos de la clase de capa de rodadura de la carretera, de un nivel de intervención, un tipo de operación y el efecto resultante sobre el pavimento. Los datos se separan en cinco categorías: General, diseño, intervención, costos y efectos.



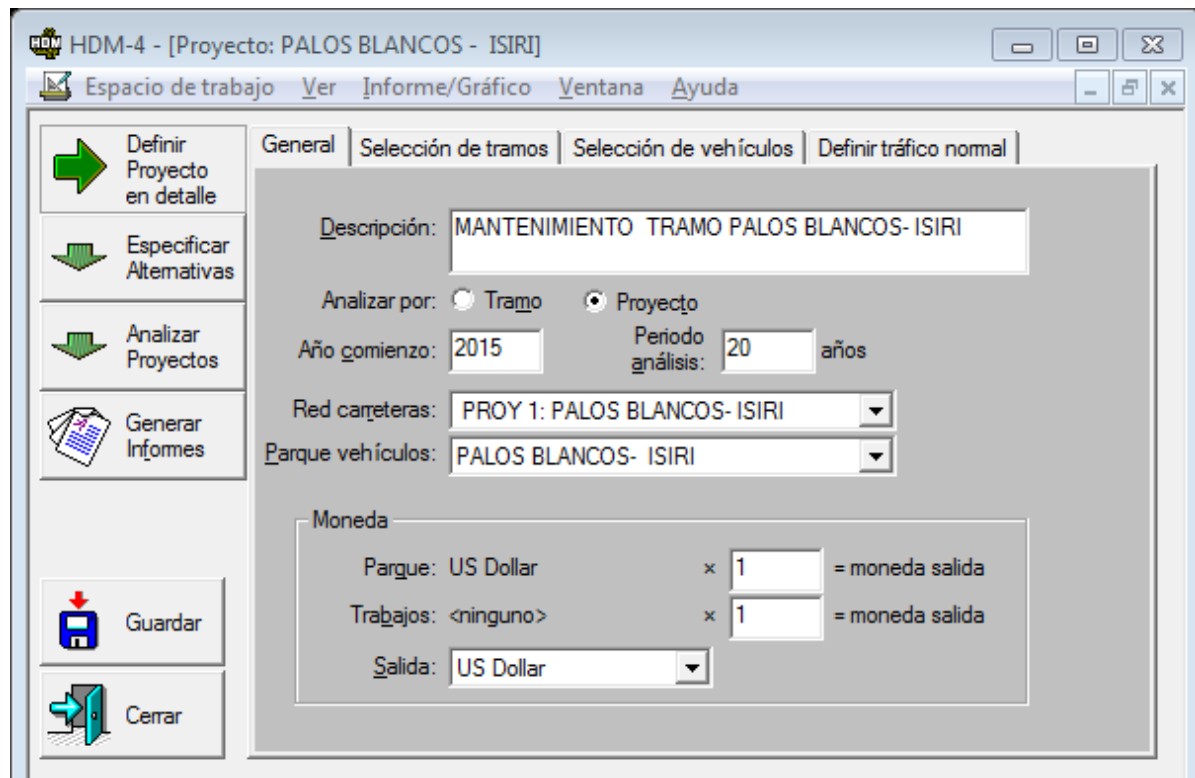
Análisis de Proyecto; La base de datos para este estudio está localizada en la carpeta **Proyectos** en el espacio de trabajo de casos estudiados. El nombre del estudio **Palos Blancos – Isiri**.



- REVISIÓN.-

La revisión de los se divide en dos grupos:

- Detalles de definición del proyecto .- se despliega en las siguientes pantallas :



- General; Esta pantalla confirma la descripción del proyecto, tipo de análisis, el periodo de análisis y los datos predefinidos de la Red de carretera y Parque de vehículos.

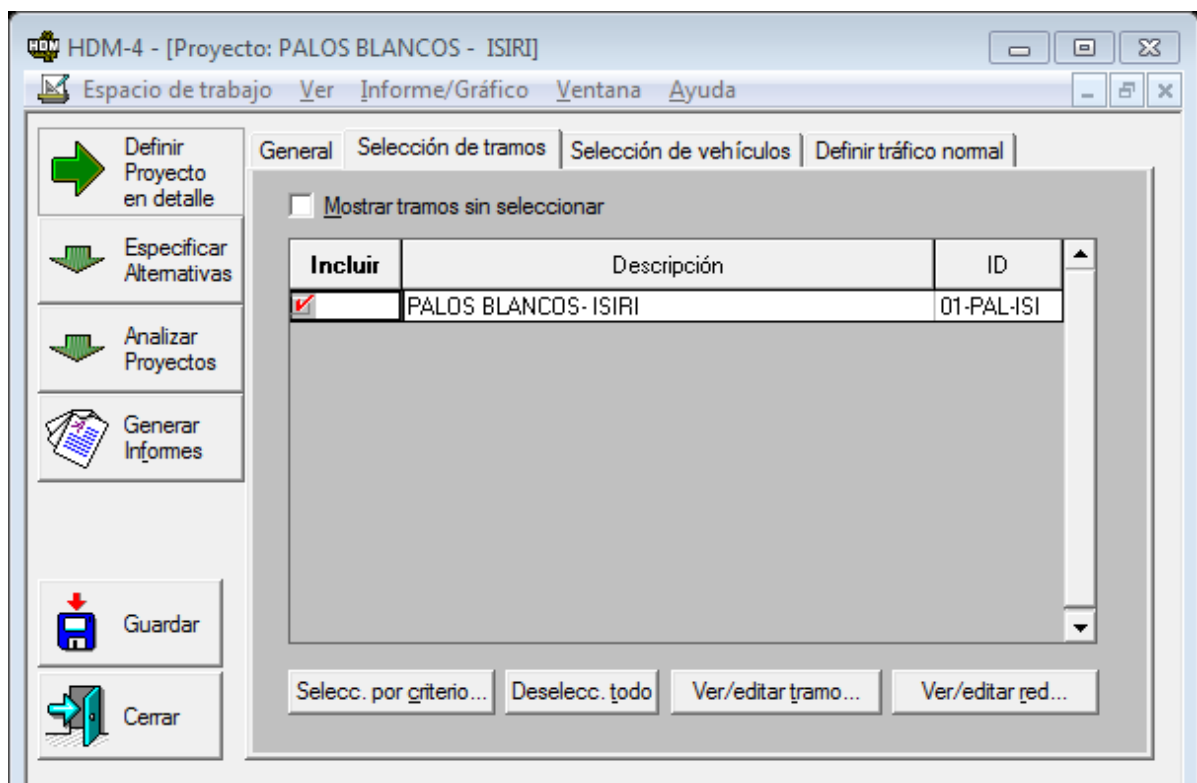
El tramo de la carretera pertenece a la red de **PROY 1: Palos Blancos – Isiri**, almacenada en la carpeta Red de carreteras. Los vehículos se seleccionan del parque de vehículos de **Palos Blancos – Isiri**, almacenada en la carpeta Parque de Vehículos.

Independientemente a que se haya elegido un solo tramo de carretera se puede desarrollar el **análisis por proyecto**, esta opción puede combinar los resultados de tramo seleccionado.

El periodo de análisis se define comenzando en el año 2015 con una duración de 20 años / es decir, de 2015 a 2034)

- Selección de tramo

Esta pantalla indica que tramo se incluirá en el análisis. Se puede ver la descripción del tramo, donde se muestran los detalles de dicho tramo.



En la pantalla *definición* se muestra los detalles de las características básicas del tramo incluyendo la clase de carretera, la velocidad y la intensidad de tráfico.

Tramo: PALOS BLANCOS- ISIRI

Definición | Geometría | Fime | Estado

Nombre del tramo:	PALOS BLANCOS- ISIRI	Longitud:	41,61	km
ID del tramo:	01-PAL-ISI	Ancho de calzada:	7	m
Nombre ruta:	PALOS BLANCOS- ISIRI	Ancho de arcén:	1	m
ID de ruta:	01-PAL-ISI	Número de carriles:	2	
Tipo de vel/cap:	Two Lane Standard	Tráfico		
Modelo de tráfico:	Free-Flow	Motorizado:	36	IMD
Zona climática:	Semi-arid/Tropical	No motorizado:	0	IMD
Clase carretera:	Primary or Trunk	Año:	2014	
Tipo c.rodadura:	Bituminosa	Sentido:	Ambos sentidos	
Tipo fime:	Mezcla bituminosa sobre base granular			

Detalles... OK Cancel

En la pantalla geometría se muestra los detalles de la geometría del tramo de la carretera, incluyendo los datos de pendientes, límite de velocidad, etc.

Tramo: PALOS BLANCOS- ISIRI

Definición | Geometría | Fime | Estado

Rampas + pendientes:	41,33	m/km
Curvatura horizontal media:	231,4	°/km
Velocidad límite:	30	km/h
Altitud:	763	m
Tipo dren:	No hay efectos del drenaje	

Detalles... OK Cancel

Los requisitos detallados del pavimento requerido por HDM-4 para este tipo de pavimento se indican en la pantalla *firme*:

Tramo: PALOS BLANCOS- ISIRI

Definición | Geometría | **Firme** | Estado

Capa de Rodadura

Tipo material: Mezcla bituminosa

Espesor más reciente: 50 mm

Espesor anterior/antiguo: 0 mm

Trabajos previos (tipos de trabajos de HDM-4)

Últ. reconst. o nueva const.: 2014 año

Última rehabilitación (capa rodadura): 2014 año

Último repavimentado (resellado): 2014 año

Último tratamiento preventivo: 2014 año

Capacidad de Soporte

Parámetros calc. para estación húmeda

SNP: 3.47 DEF: 0.89 mm

[1] Número estructural: 2.68

CBR explainada: 6 %

Estación seca Estación húmeda

[2] SNP calculado:

Base (sólo para bases estabilizadas)

Espesor base: mm

Módulo Resiliente: GPa

En el caso de este estudio, el Numero Estructural (SN) se incluyó directamente junto a la explanada CBR usando opción (1) de la pantalla.

La condición de la carretera se puede ver en la pantalla *Estado*, estos datos son recogidos como parte de un análisis detallado de condiciones.

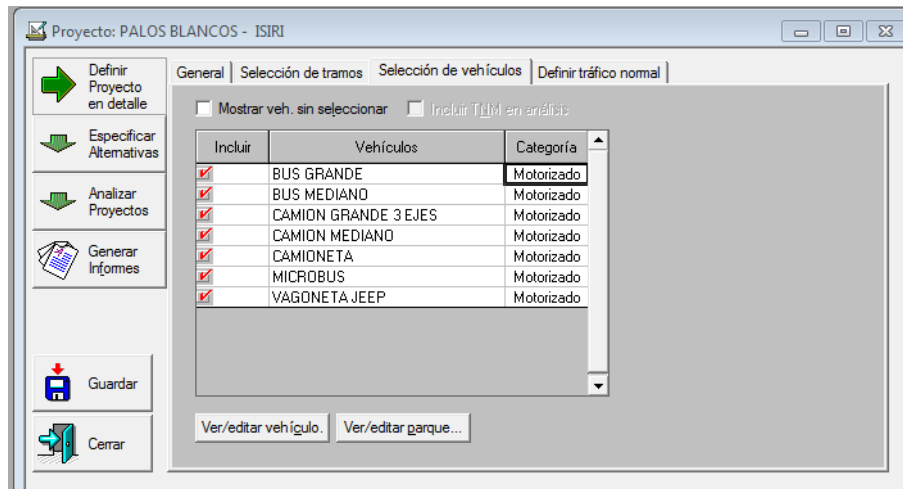
Tramo: PALOS BLANCOS- ISIRI

Definición | Geometría | Firme | **Estado**

Estado a final de año	2014
Regularidad (IRI - m/km)	5.20
Área total fisurada (%)	33.00
Área con desp. de áridos (%)	10.00
Número de baches (Nº/km)	24.00
Área con rotura de borde (m²/km)	0.00
Profundidad media de roderas	5.00
Textura (mm)	0.68
Rozamiento (SCRIM 50 km/h)	0.60
Drenaje	Bueno

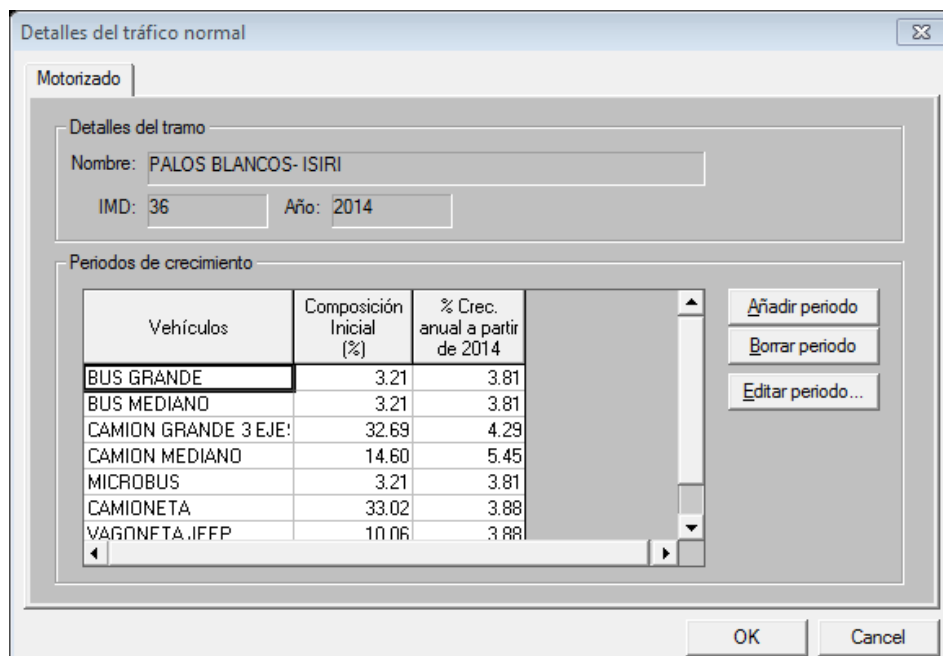
- Selección de vehículos

Esta pantalla confirma la selección de los vehículos (del parque predefinido de Palos Blancos – Isiri). Los atributos se pueden modificar entrando a la descripción apropiada al tipo de vehículo.



- Definición del tráfico normal

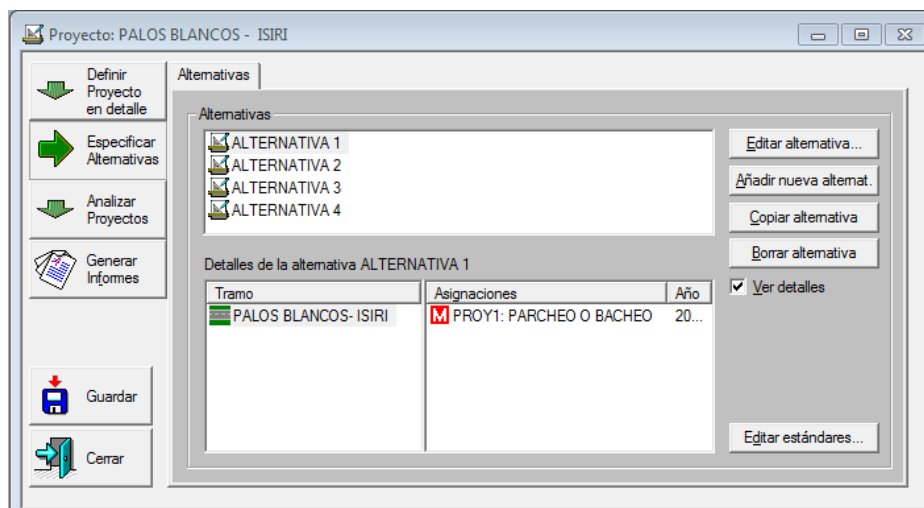
Esta pantalla confirma el volumen de tráfico (IMD solo motorizado según este tipo de caso). La composición del tráfico inicial y las tasas de crecimiento (por el tipo de vehículo) se pueden modificar entrando a la línea apropiada.



- Especificación de alternativas.

- Alternativas

La pantalla de *alternativas* se divide en dos partes, en la parte superior muestra los nombres de las cuatro alternativas que han sido seleccionadas para el estudio en este caso. La parte inferior muestra los detalles de los Estándares de Trabajo asociados con cada selección alternativa.



Las alternativas muestran los trabajos que serán asignados a un tramo definido dentro de un periodo fijado.

Tipo de intervención: **Programada**

Alternativas	Descripción
1	En esta alternativa se recomienda un parchado cuando área muy dañada sea igual o mayor de 5% de la carretera
2	La rutina de mantenimiento de pavimento se realizar, si es necesario cada año basada en la condición en que se encuentre el mismo
3	En esta alternativa, un refuerzo de 40 mm se aplicara cuando el nivel de regularidad alcance 4 IRI o cuando la figuración afecte al 15% del área de la carretera.
4	En esta alternativa, un resello se aplicara cuando el área dañada exceda del 20 % del área de la carretera.

Tabla 4.13

Límites de intervención para trabajos de conservación

	Estándar de conservación	Efectivo desde año:	Trabajo de conservación	*S	Intervalo de tiempo	Ultimo año	Max (IRI)	Cantidad Max (m ² /km/año)	intervalo		IMD	
									Min	Max	Min	Max
1	Parcheo o bache	2015	Bacheo	S	1 años	2099	16	1000	n/a	n/a	0	100000
2	Mantenimiento rutina	2015	Limpieza de cunetas, alcant., desbroce, etc.	S	1 años	2099	n/a	n/a	1año	20años	n/a	n/a
3	Refuerzo estructural	2015	refuerzo 40 mm	S	10 años	2099	10	n/a	1año	20años	0	100000
4	Resellado de la capa de Rodadura	2015	Resellado	S	8 años	2099	12.5	1500	n/a	n/a	0	100000

Nota: n/a = no aplica; *S = intervención programada;

○ **Alternativa 1- Estándar de conservación : Bacheo**

Estándar de conservación: PROY1: PARCHEO O BACHEO

General

Nombre: PROY1: PARCHEO O BACHEO

Código: PA

Tipo capa rodadura: Bituminosa

Tareas

Nombre	Código
PARCHEO	PA

Buttons: Aceptar, Cancelar, Nueva tarea..., Copiar tarea, Borrar tarea, Editar...

La especificación del bacheo está contenida en cuatro pestañas: General, Intervención, Costos y Efectos. Los detalles requeridos para cada pestaña se detallan a continuación:

- General: La pestaña confirma el nombre y código asignados al tipo de trabajo. Las actividades se especifican como parcheo y el tipo de intervención es programada

Elemento de trabajo de conservación: PARCHEO

General | Intervención | Costes | Efectos

Nombre: PARCHEO

Código: PA

Capa de rodadura: Bituminosa

Tipo de entidad: Calzada

Actuación: Patching

Tipo de intervención: Programada Correctiva

Buttons: OK, Cancel, Apply

- Intervención

La pestaña de intervención confirma el criterio de respuesta (cuando la figuración estructural afecta al 5% o más del área de calzada de este tramo).

Elemento de trabajo de conservación: PARCHEO

General | **Intervención** | Costes | Efectos

Criterio de intervención

Intervalo de tiempo: 1 Años

Límites

Último año: 2099

Regularidad max.: 16 IRI (m/km) Intervalo: 1 Mínimo: 0 Máximo: 9999 año(s)

Cantidad max.: 1000 m²/km/año IMD: 100000

OK Cancel Apply

- Costos

La pestaña de costos confirma el costo unitario de los trabajos de sellado de fisuras (expresado en dólares americanos por metro cuadrado).

Elemento de trabajo de conservación: PARCHEO

General | Intervención | **Costes** | Efectos

Coste unitario: Económico: 8,97 Financiero: 10,88 por m²

Costes unitarios de trabajos preparatorios:

Reparco puntual: 0 por m²

Bacheo: 0 por m²

Repar. de bordes: 0 por m²

Sellado de fisuras: 0 por m²

Drenaje

Factor coste mantenimiento drenaje: 1 0 < D1MCF <= 1

OK Cancel Apply

- Efectos

La pestaña de efectos confirma el porcentaje de superficie que debe ser reparada en términos de fisuración (es ajustado al 100% de cada uno)

The screenshot shows a dialog box titled "Elemento de trabajo de conservación: PARCHEO" with a close button (X) in the top right corner. It has four tabs: "General", "Intervención", "Costes", and "Efectos", with "Efectos" currently selected. The main area is titled "Porcentaje de daño reparado" and contains four radio button options, each with a text input field set to "100" and a percentage sign: "Area muy dañada:", "Sólo baches:" (which is selected), "Sólo fisuras estructurales anchas:", and "Sólo desprend. de áridos:". At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Apply".

- **Alternativa 2- Estándar de conservación : Mantenimiento Rutina**

Trabajo de conservación: Limpieza de cunetas, alcantarillas, Desbroce, etc.

The screenshot shows a dialog box titled "Estándar de conservación: PROY1:MANTENIMIENTO RUTINA" with a close button (X) in the top right corner. It has a "General" tab selected. The "General" section contains three fields: "Nombre:" with the value "PROY1:MANTENIMIENTO RUTINA", "Código:" with the value "MRU", and "Tipo capa rodadura:" with a dropdown menu showing "Bituminosa". To the right of these fields are "Aceptar" and "Cancelar" buttons. The "Tareas" section contains a list box with one item: "limpieza cunetas,alcantarillas,desbroce,etc MRU". To the right of the list box are four buttons: "Nueva tarea...", "Copiar tarea", "Borrar tarea", and "Editar...".

La especificación del mantenimiento de rutina está contenida en cuatro pestañas: General, Intervención, Costos y Efectos. Los detalles requeridos para cada pestaña se detallan a continuación:

- General: La pestaña confirma el nombre y código asignados al tipo de trabajo. Las actividades se especifican como Limpieza de cunetas, alcantarillas, Desbroce, etc. Y el tipo de intervención es programada

Elemento de trabajo de conservación: limpieza cunetas,alcantarillas,desbroce,etc

General | Intervención | Costes

Nombre: limpieza cunetas,alcantarillas,desbroce

Código: MRU

Capa de rodadura: Bituminosa

Tipo de entidad: Misceláneos

Actuación: Miscellaneous

Tipo de intervención: Programada Correctiva

OK Cancel Apply

- Intervención
La pestaña de intervención confirma el criterio de respuesta (si es necesario cada año basada en la condición en que se encuentre el mismo).

Elemento de trabajo de conservación: limpieza cunetas,alcantarillas,desbroce,etc

General | Intervención | Costes

Criterio de intervención

Intervalo de tiempo: 1 Años

Límites

Último año: 2099

Regularidad max: 16 IRI (m/km) Intervalo: 1 Máximo 20 año(s)

Cantidad max: 5000 m²/km/año IMD: 0 Máximo 100000

OK Cancel Apply

- Costos

La pestaña de costos confirma el costo unitario de los trabajos de sellado de fisuras (expresado en dólares americanos por metro cuadrado).

Elemento de trabajo de conservación: limpieza cunetas, alcantarillas, desbroce, etc

General | Intervención | Costes

Coste unitario:

Costes unitarios de trabajos preparatorios:

Recargo puntual:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	por m ²
Bacheo:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	por m ²
Repar. de bordes:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	por m ²
Sellado de fisuras:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	por m ²

Drenaje:

Factor coste mantenimiento drenaje: 0 < DMCF <= 1

OK Cancel Apply

Alternativa 3- Estándar de conservación: Refuerzo de 40 mm

Las actividades de trabajo (refuerzo) se especifican en la pantalla general. El material de refuerzo, coeficiente de espesor se especifica en la pantalla diseño, mostradas a continuación.

Elemento de trabajo de conservación: refuerzo 40 mm

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Nombre:

Código:

Capa de rodadura: Bituminosa

Tipo de entidad: Calzada

Actuación: Overlay dense-graded asphalt

Tipo de intervención: Programada Correctiva

OK Cancel Apply

Elemento de trabajo de conservación: refuerzo 40 mm

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Material de capa de rodadura: Mezcla bituminosa

Espesor de nuevo pavimento: 40 mm

Coef. resistencia estación seca: 0,2

Profundidad de fresado: 0 mm

Area of carriageway to inlay: 50 %

Indicadores de defectos de construcción

Capa bituminosa: 1 0.5 <= CDS <= 1.5

OK Cancel Apply

Elemento de trabajo de conservación: refuerzo 40 mm

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Criterio de intervención

Intervalo de tiempo: 10 Años

Límites

Último año: 2099

Regularidad max: 10 IRI (m/km)

Cantidad max.: 5000 m²/km/año

	Mínimo	Máximo
Intervalo:	1	20 año(s)
IMD:	0	100000

OK Cancel Apply

Elemento de trabajo de conservación: refuerzo 40 mm

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Estado después de los trabajos

Regularidad y rodadura

Calculado: Editar calibración detallada...
[Modelo Seleccionado Bilineal]

Def. por usar Regularidad: 2 IRI (m/km)
Profundidad: 0 mm

Características del pavimento defs. por usuario

Textura superficial: 0,7 mm

Resistencia al deslizamiento: 0,55 SCRIM (a 50km/h)

OK Cancel Apply

Alternativa 4- Estándar de conservación: Resello de la capa de rodadura

Estándar de conservación: PROY1:RESELLADO DE LA CAPA RODADURA

General

Nombre: PROY1:RESELLADO DE LA CAPA RODADURA

Código: RECRE

Tipo capa rodadura: Bituminosa

Aceptar

Cancelar

Tareas

Nombre	Código
RESELLO	RES

Nueva tarea...

Copiar tarea

Borrar tarea

Editar...

La especificación del resello está contenida en cuatro pestañas: General, Intervención, Costos y Efectos. Los detalles requeridos para cada pestaña se detallan a continuación:

- General: La pestaña confirma el nombre y código asignados al tipo de trabajo. Las actividades se especifican como resello y el tipo de intervención es programada

Elemento de trabajo de conservación: RESELLO

General | Intervención | Costes | Efectos

Nombre: RESELLO

Código: RES

Capa de rodadura: Bituminosa

Tipo de entidad: Calzada

Actuación: Crack Sealing

Tipo de intervención: Programada Correctiva

OK Cancel Apply

Nombre de este elemento de trabajo

- Intervención

La pestaña de intervención confirma el criterio de respuesta (cuando el área dañada exceda del 20 % del área de la carretera.).

Elemento de trabajo de conservación: RESELLO

General | **Intervención** | Costes | Efectos

Criterio de intervención

Intervalo de tiempo: 8 Años

Límites

Último año: 2099

Regularidad max.: 12,5 IRI (m/km)

Cantidad max.: 1500 m²/km/año

Intervalo: 1

Mínimo: 1

Máximo: 9999 año(s)

IMD: 0

Máximo: 100000

OK Cancel Apply

- Costos

La pestaña de costos confirma el costo unitario de los trabajos de resello a la capa de rodadura (expresado en dólares americanos por metro cuadrado).

Elemento de trabajo de conservación: RESELLO

General | Intervención | **Costes** | Efectos

Coste unitario: Económico 1,39 Financiero 1,64 por m²

Costes unitarios de trabajos preparatorios:

Recargo puntual: 0 0 por m²

Bacheos: 0 0 por m²

Repar. de bordes: 0 0 por m²

Sellado de fisuras: 0 0 por m²

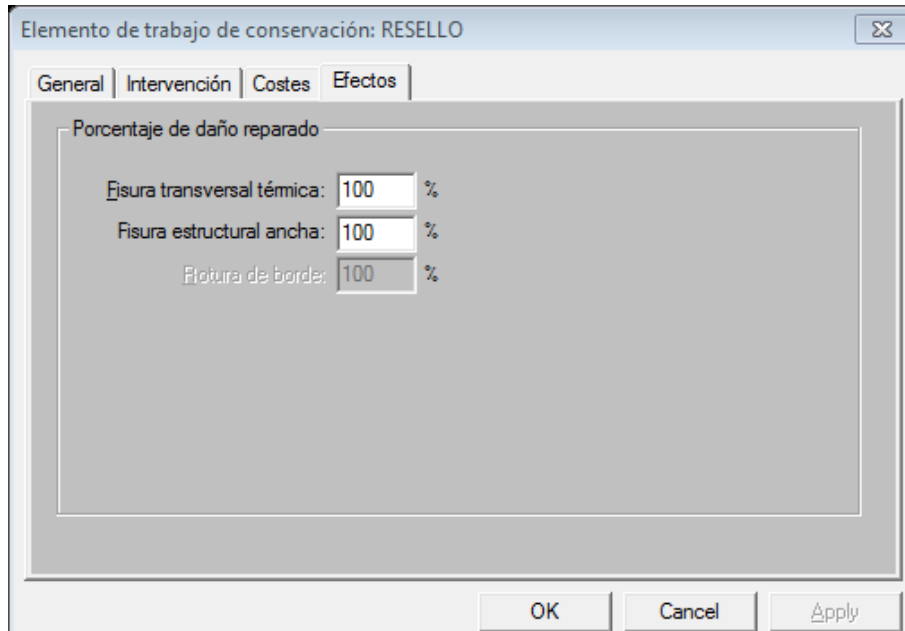
Drenaje:

Factor coste mantenimiento drenaje: 1 0 < DMCF <= 1

OK Cancel Apply

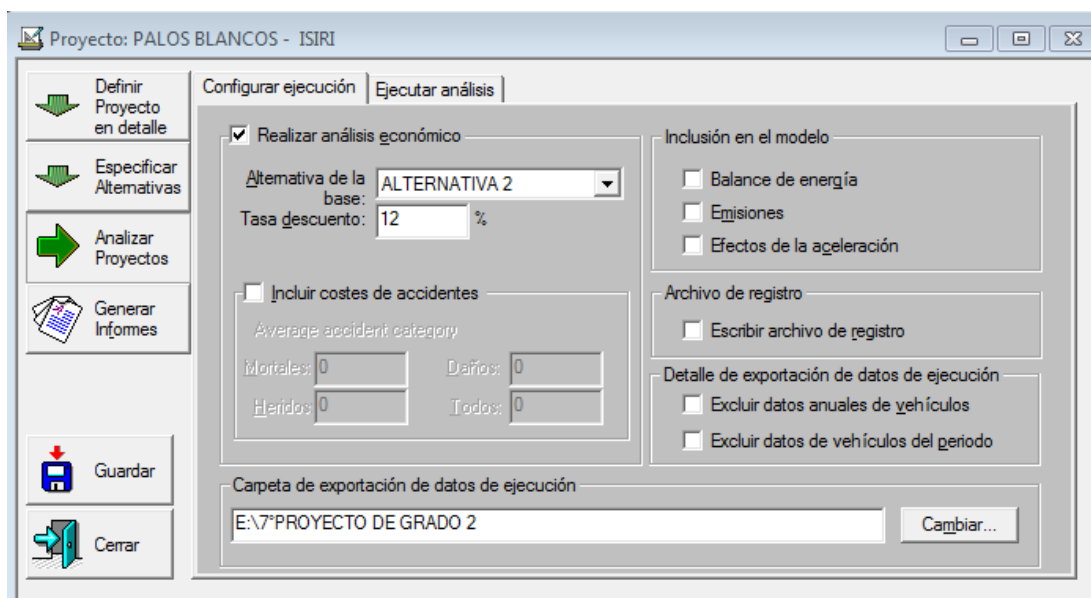
- Efectos

La pestaña de efectos confirma el porcentaje de superficie que debe ser reparada en términos de fisuración térmica y ancha (es ajustado al 100% de cada uno)



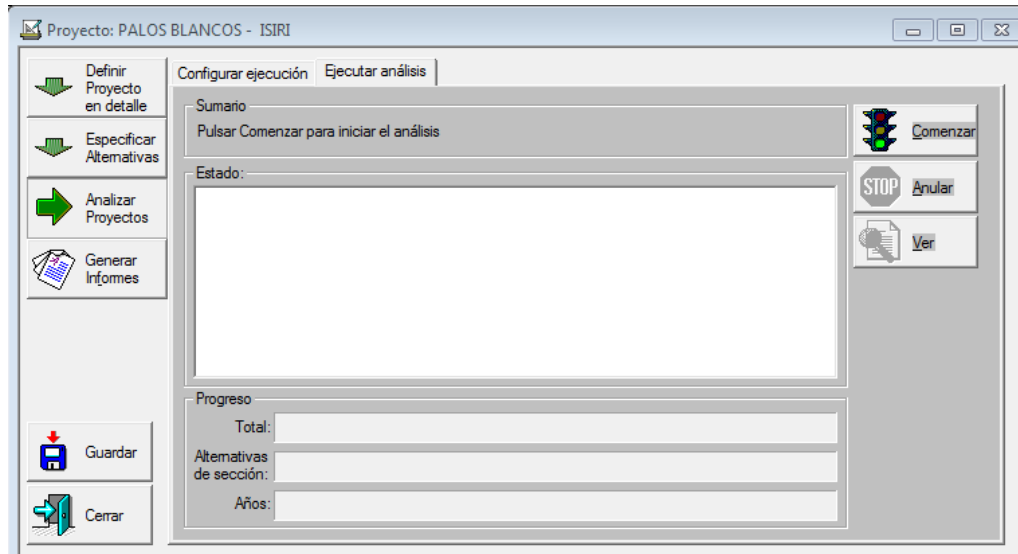
- EJECUCIÓN DE HDM-4.

La pantalla **configuración** se activa pulsando el botón de **análisis de proyectos**



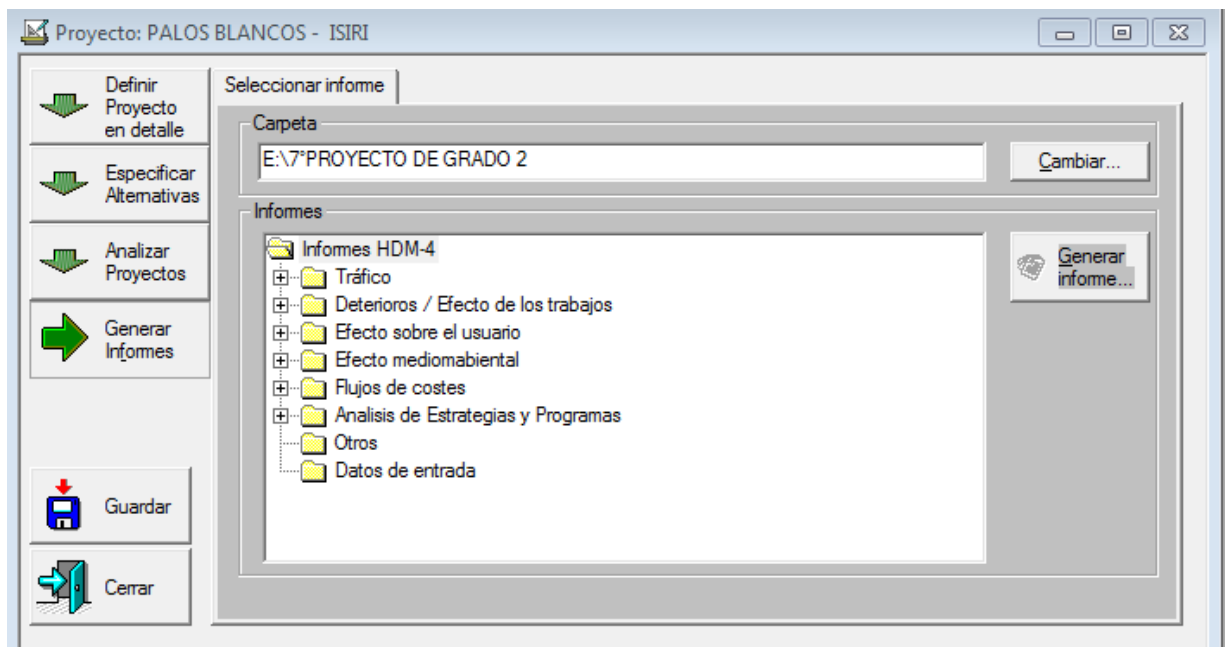
La pantalla confirma la alternativa básica para el análisis económico (se selecciona la alternativa base) y cuya tasa de descuento es 12%.

Comienza el análisis y se produce la salida de datos necesaria para producir un informe.



- GENERACIÓN DE INFORMES.

Los informes que se generan según el caso en estudio son: Tráfico, Deterioro /Efectos Trabajo y Flujo de costos



b) TRAMO: BERMEJO-SAN ANTONIO

- CONFIGURACIÓN.- Se realizó la configuración del sistema de datos en HDM-4 puesto que la gestión de todos estos datos serán usados en el análisis. La configuración se divide en tres grupos:

Modelo de tráfico; los patrones de la intensidad del tráfico se definen como periodos de flujo que representan las horas del día (a través de un año) con la misma intensidad. Puesto que las condiciones de intensidad de tráfico del tramo en estudio son muy especiales es decir de flujo libre, se toma como patrón de intensidad de tráfico el predefinido en el HDM-4 con el nombre de *Free-flow*, mostrado en la pantalla siguiente:

Patrón de intensidad de tráfico: Free-Flow

Definición

Nombre: Free-Flow

Uso de la carretera: Otro uso

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

Datos de distribución del tráfico

Seleccionar método: HV PCNADT

Periodo	Descripción	Horas por año (HRYRp)	Tráfico horario (HVp)	% de IMD (PCNADTp)
1	P	8760.00	0.040	100.00

Añadir periodo

Borrar periodo

8760.00 100.00

NB. HRYRp debe ser igual a 8760, y PCNADTp debe ser igual a 100

Tipo de capacidad - velocidad; la función principal de la relación capacidad-velocidad es presentar las características de la capacidad de los diferentes tipos de carretera .Dada la característica de la carretera el tipo adoptado para el estudio es: *Carretera de dos carriles*. Las características de la capacidad se definen en términos de los diferentes parámetros.

The dialog box is titled "Tipo de velocidad/capacidad: Two Lane Standard" and contains the following fields and buttons:

- Nombre:** Two Lane Standard
- Capacidad:**
 - Tipo de carretera:** Carretera de dos carriles (dropdown menu)
 - Capacidad última:** 1400 PCSE/carril/hr
 - Cap. en tráfico libre:** 0,1 ($0 \leq XQ1 < 1$)
 - Capacidad nominal:** 0,9 ($0 < XQ2 < 1$)
 - Velocidad de atasco en capacidad:** 25 km/h
- Índice de accidentalidad (en nº/ 100 millones veh-km):**
 - por composición:**
 - Mortal:** 3
 - Heridos:** 6
 - Solo daños:** 12
 - total:**
 - Todos los accidentes:** 0
- Relativo a la velocidad:**
 - CALBFAC:** 1
 - Factor multiplicación velocidad deseada:** 1
 - 0,65** m/s²

Buttons: Aceptar, Cancelar, Por defecto...

Zona climática; las zonas climáticas se usan para representar las condiciones del clima en las diferentes partes de la red de carreteras. Los datos que representan estas condiciones afectan al deterioro del pavimento. Los datos de las zonas climáticas se dividen en dos categorías: humedad y temperatura. La zona climática definida con los datos en estudio es: *sub-húmeda/sub-tropical cálida* el grupo de parámetros se muestra en la pantalla siguiente.

Zona climática: sub-humeda/sub-tropical calida

Clima

Nombre: sub-humeda/sub-tropical calida

Clasificación por humedad: Subhúmedo

Índice de humedad: 0

Duración estación seca: 0,5 (como parte de un año)

Precipitación media mensual: 100 mm

Clasificación temperatura: Subtropical - cálido

Temperatura media: 22 °C

Rango temperaturas medias: 17 °C

Días T>32°C: 60 días

Índice de helada: 0 °C-día

Porcentaje de tiempo que se conduce

Carreteras cubiertas nieve: 0 0<=PCTDS<=100

Carreteras cubiertas agua: 10 0<=PCTDW<=100

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

- LOCALIZACIÓN.- Es el mismo procedimiento del anterior tramo y se explica con más detalles en la revisión.
- REVISIÓN.-

La revisión de los se divide en dos grupos:

- Detalles de definición del proyecto .- se despliega en las siguientes pantallas :
- General; Esta pantalla confirma la descripción del proyecto, tipo de análisis, el periodo de análisis y los datos predefinidos dela Red de carreta y Parque de vehículos.

Proyecto: BERMEJO-SAN ANTONIO

General | Selección de tramos | Selección de vehículos | Definir tráfico normal

Definir Proyecto en detalle

Especificar Alternativas

Analizar Proyectos

Generar Informes

Guardar

Cerrar

Descripción: TESIS DE GRADO BERMEJO-SAN ANTONIO

Analizar por: Tramo Proyecto

Año comienzo: 2015 Período análisis: 20 años

Red carreteras: PROY2: BERMEJO- SAN ANTONIO

Parque vehículos: BERMEJO - SAN ANTONIO

Moneda

Parque: US Dollar x 1 = moneda salida

Trabajos: <ninguno> x 1 = moneda salida

Salida: US Dollar

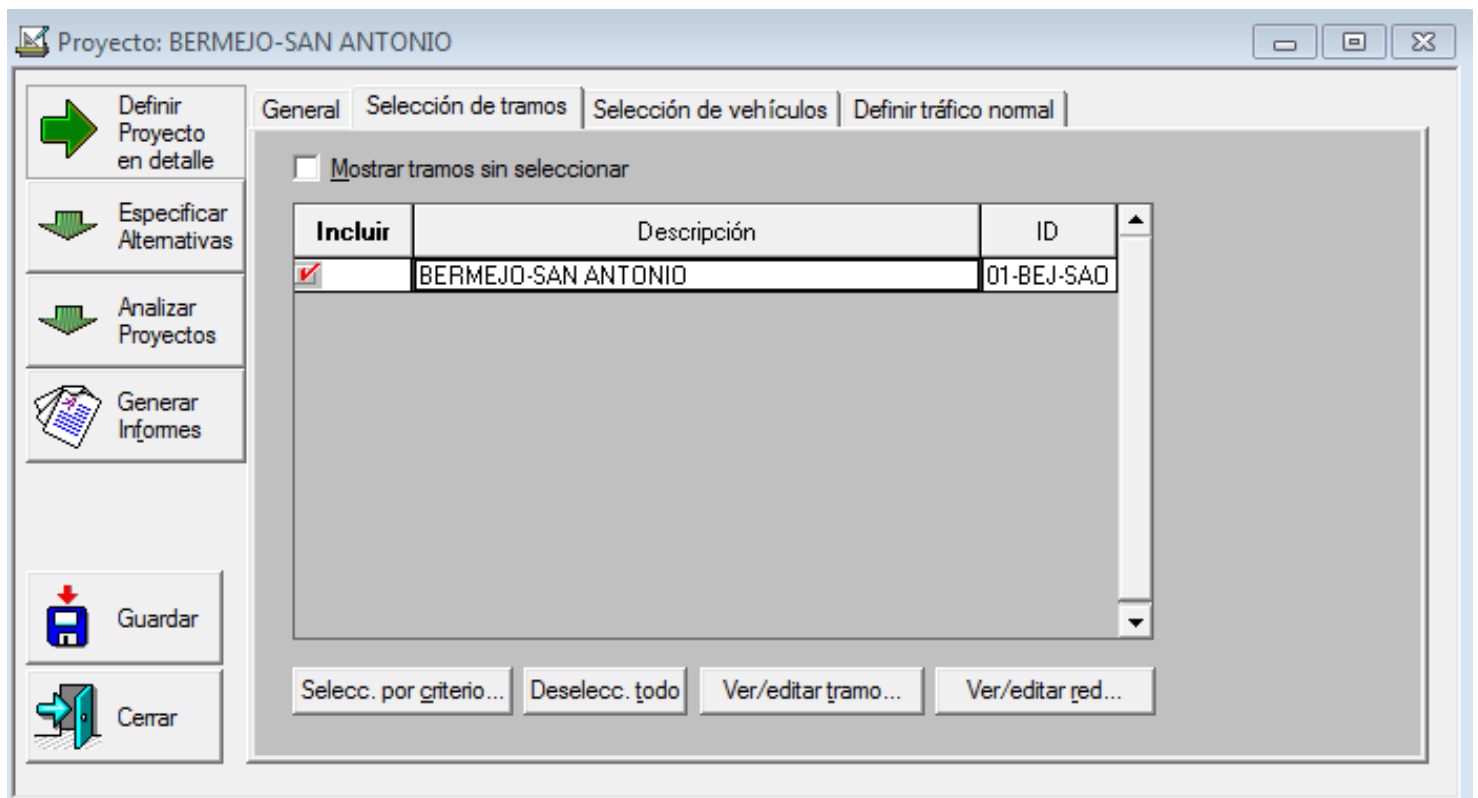
El tramo de la carretera pertenece a la red de **PROY 2: Bermejo - San Antonio**, almacenada en la carpeta Red de carreteras. Los vehículos se seleccionan del parque de vehículos de **Bermejo - San Antonio**, almacenada en la carpeta Parque de Vehículos.

Independientemente a que se haya elegido un solo tramo de carretera se puede desarrollar el **análisis por proyecto**, esta opción puede combinar los resultados de tramo seleccionado.

El periodo de análisis se define comenzando en el año 2015 con una duración de 20 años / es decir, de 2015 a 2034)

- Selección de tramo

Esta pantalla indica que tramo se incluirá en el análisis. Se puede ver la descripción del tramo, donde se muestran los detalles de dicho tramo.



En la pantalla *definición* se muestra los detalles de las características básicas del tramo incluyendo la clase de carretera, la velocidad y la intensidad de tráfico.

Tramo: BERMEJO-SAN ANTONIO

Definición | Geometría | Fime | Estado

Nombre del tramo: BERMEJO-SAN ANTONIO Longitud: 58 km
ID del tramo: 01-BEJ-SAO Ancho de calzada: 7 m
Nombre ruta: BERMEJO-SAN ANTONIO Ancho de arcén: 1 m
ID de ruta: 01-BEJ-SAO Número de carriles: 2
Tipo de vel/cap: Two Lane Standard
Modelo de tráfico: Free-Flow
Zona climática: sub-humeda/sub-tropical calida
Clase carretera: Primary or Trunk
Tipo c.rodadura: Bituminosa
Tipo fime: Mezcla bituminosa sobre base granular

Tráfico

Motorizado: 800 IMD
No motorizado: 0 IMD
Año: 2014
Sentido: Ambos sentidos

Atributos detalles del tramo (son parámetros que no están fácilmente disponibles, que solo son necesarios bajo ciertas circunstancias, que solo pueden ser cambiados por aquellos que calibren los modelos, etc.)

Calibración de tramo: BERMEJO-SAN ANTONIO

Deterioro superficial | Textura superficial | Defectos estructurales

Referido a la velocidad | Drenaje, arcenes y carriles para TNM | Historia

Alineación

Nº rampas + pendientes: 1 nº/km
Peralte: 10 %
adral: 0,1 m/s²

Factores de reducción de velocidad

XNMT: 0,8 0.4 <= XNMT <= 1
Fricción lateral: 0,8 0.4 <= XFRI <= 1
XMT: 0,8 0.4 <= XMT <= 1
Cumplimiento vel. límite: 1,1

OK Cancel

En la pantalla geometría se muestra los detalles de la geometría del tramo de la carretera, incluyendo los datos de pendientes, límite de velocidad, etc.

Tramo: BERMEJO-SAN ANTONIO

Definición | Geometría | Firme | Estado

Rampas + pendientes: 20 m/km

Curvatura horizontal media: 130 °/km

Velocidad límite: 50 km/h

Altitud: 438 m

Tipo dren: Totalmente alineado y unidc

Detalles... OK Cancel

Los requisitos detallados del pavimento requerido por HDM-4 para este tipo de pavimento se indican en la pantalla *firme*:

Tramo: BERMEJO-SAN ANTONIO

Definición | Geometría | Firme | Estado

Capa de Rodadura

Tipo material: Mezcla bituminosa

Espesor más reciente: 50 mm

Espesor anterior/antiguo: 0 mm

Trabajos previos (tipos de trabajos de HDM-4)

Últ. reconst. o nueva const.: 2014 año

Última rehabilitación (capa rodadura): 2014 año

Último repavimentado (resellado): 2014 año

Último tratamiento preventivo: 2014 año

Capacidad de Soporte

Parámetros calc. para estación húmeda

SNP: 4.23 DEF: 0.65 mm

[1] Número estructural: 3

CBR explanada: 10 %

Estación seca Estación húmeda

[2] SNP calculado: Calcular SNP

Base (sólo para bases estabilizadas)

Espesor base: mm

Módulo Resiliente: GPa

Detalles... OK Cancel

En el caso de este estudio, el Numero Estructural (SN) se incluyó directamente junto a la explanada CBR usando opción (1) de la pantalla.

La condición de la carretera se puede ver en la pantalla *Estado*, estos datos son recogidos como parte de un análisis detallado de condiciones.

Métrica	Valor
Estado a final de año	2014
Regularidad (IRI - m/km)	3.60
Área total fisurada (%)	24.00
Área con desp. de áridos (%)	2.00
Número de baches (Nº/km)	15.00
Área con rotura de borde (m²/km)	0.00
Profundidad media de roderas	2.00
Textura (mm)	0.68
Rozamiento (SCRIM 50 km/h)	0.50
Drenaje	Pobre

Buttons: Nuevo año, Borrar año, Ordenar años, Detalles..., OK, Cancel

- Selección de vehículos

Esta pantalla confirma la selección de los vehículos (del parque predefinido de Bermejo-San Antonio). Los atributos se pueden modificar entrando a la descripción apropiada al tipo de vehículo.

Incluir	Vehículos	Categoría
<input checked="" type="checkbox"/>	Automovil	Motorizado
<input checked="" type="checkbox"/>	camion grande 2 ejes	Motorizado
<input checked="" type="checkbox"/>	Camion grande 3 ejes	Motorizado
<input checked="" type="checkbox"/>	camion mediano 2 ejes	Motorizado
<input checked="" type="checkbox"/>	camioneta	Motorizado
<input checked="" type="checkbox"/>	microbus	Motorizado
<input checked="" type="checkbox"/>	minibuses	Motorizado

Buttons: Ver/editar vehículo, Ver/editar parque...

- Definición del tráfico normal

Esta pantalla confirma el volumen de tráfico (IMD solo motorizado según este tipo de caso). La composición del tráfico inicial y las tasas de crecimiento (por el tipo de vehículo) se pueden modificar entrando a la línea apropiada.

Detalles del tráfico normal

Motorizado

Detalles del tramo

Nombre: BERMEJO-SAN ANTONIO

IMD: 800 Año: 2014

Periodos de crecimiento

Vehículos	Composición Inicial (%)	% Crec. anual a partir de 2015
Automovil	16.34	5.72
camion grande 2 ejes	20.26	5.72
Camion grande 3 ejes	14.53	5.72
camion mediano 2 ejes	21.41	5.72
camioneta	18.63	5.72
microbus	2.46	5.72
minihuses	6.37	5.72

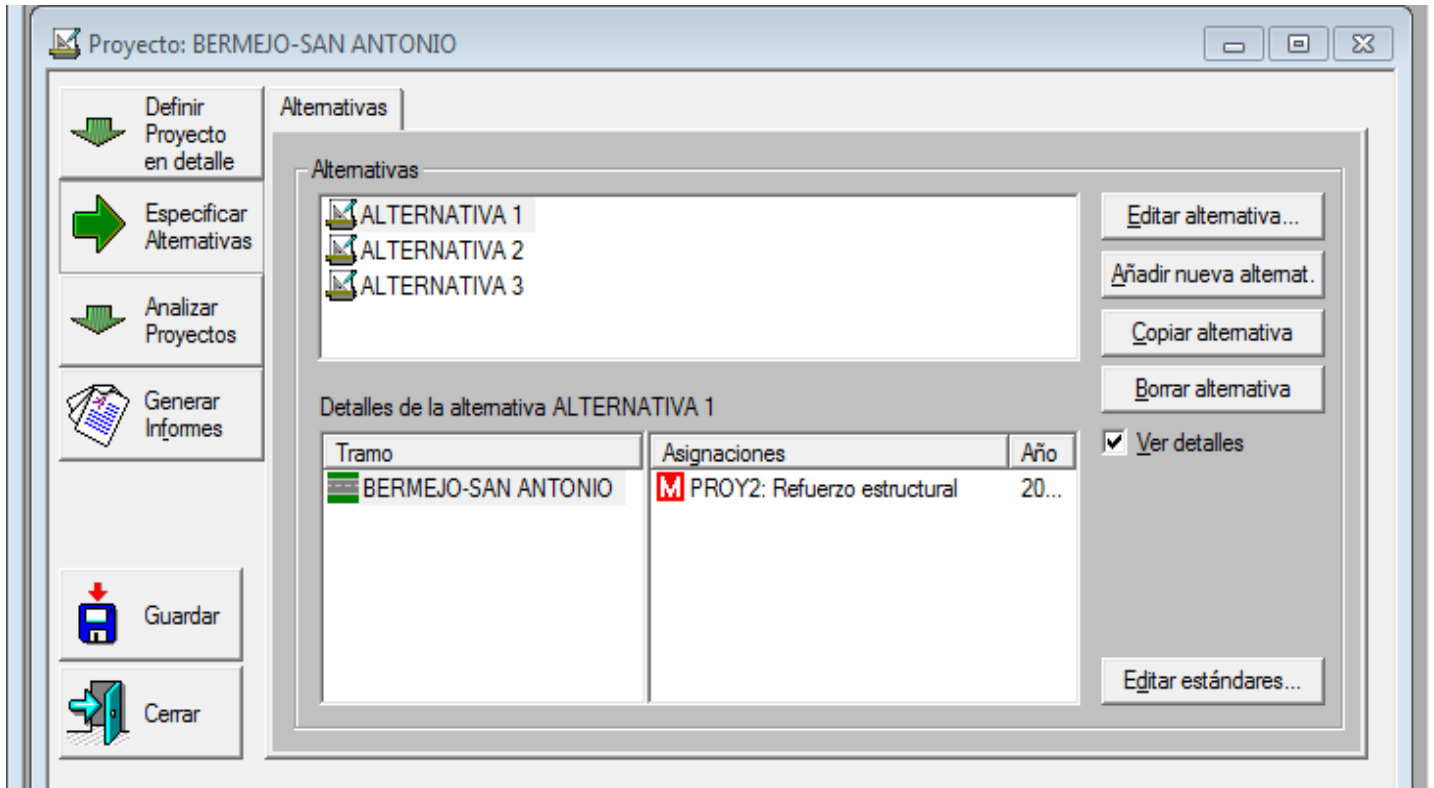
Añadir periodo
Borrar periodo
Editar periodo...

OK Cancel

- Especificación de alternativas.-

- Alternativas

La pantalla de *alternativas* se divide en dos partes, en la parte superior muestra los nombres de las cuatro alternativas que han sido seleccionadas para el estudio en este caso. La parte inferior muestra los detalles de los Estándares de Trabajo asociados con cada selección alternativa.



Las alternativas muestran los trabajos que serán asignados a un tramo definido dentro de un periodo fijado.

Tipo de intervención: **Programada**

Alternativas	Descripción
1	En esta alternativa se recomienda un bacheo cuando área muy dañada sea igual o mayor de 5% de la carretera
2	La rutina de mantenimiento de pavimento se realizar, si es necesario cada año basada en la condición en que se encuentre el mismo
3	En esta alternativa, un refuerzo de 50 mm se aplicara cuando el nivel de regularidad alcance 4 IRI o cuando la figuración afecte al 15% del área de la carretera.

Tabla 4.14

Límites de intervención para trabajos de conservación

	Estándar de conservación	Efectivo desde año:	Trabajo de conservación	*S	Intervalo de tiempo	Ultimo año	Max (IRI)	Cantidad Max (m ² /km/año)	intervalo		IMD	
									Min	Max	Min	Max
1	Bacheo	2015	Bacheo	S	5 años	2099	12	1500	n/a	n/a	0	100000
2	Mantenimiento rutina	2015	Limpieza de drenajes.	S	1 años	2099	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3	Refuerzo estructural	2015	refuerzo 50 mm	S	5 años	2099	10	n/a	1año	20años	0	100000

Nota: n/a = no aplica; *S = intervención programada;

○ **Alternativa 1- Estándar de conservación : Bacheo**

Estándar de conservación: PROY2: Bacheo

General

Nombre: PROY2: Bacheo

Código: BACH

Tipo capa rodadura: Bituminosa

Aceptar

Cancelar

Tareas

bacheo	bach
--------	------

Nueva tarea...

Copiar tarea

Borrar tarea

Editar...

La especificación del bacheo está contenida en cuatro pestañas: General, Intervención, Costos y Efectos. Los detalles requeridos para cada pestaña se detallan a continuación:

- General: La pestaña confirma el nombre y código asignados al tipo de trabajo. Las actividades se especifican como parcheo y el tipo de intervención es programada

Elemento de trabajo de conservación: bacheo

General | Intervención | Costes | Efectos

Nombre: bacheo

Código: bach

Capa de rodadura: Bituminosa

Tipo de entidad: Calzada

Actuación: Patching

Tipo de intervención: Programada Correctiva

OK Cancel Apply

- Intervención

La pestaña de intervención confirma el criterio de respuesta (cuando la figuración estructural afecta al 5% o más del área de calzada de este tramo).

Elemento de trabajo de conservación: bacheo

General | **Intervención** | Costes | Efectos

Criterio de intervención

Intervalo de tiempo: 5 Años

Límites

Último año: 2099

Regularidad max.: 12 IRI (m/km)

Cantidad max.: 1500 m²/km/año

	Mínimo	Máximo	
Intervalo:	1	9999	año(s)
IMD:	0	100000	

OK Cancel Apply

- Costos

La pestaña de costos confirma el costo unitario de los trabajos de sellado de fisuras (expresado en dólares americanos por metro cuadrado).

Elemento de trabajo de conservación: bacheo

General | Intervención | **Costes** | Efectos

Coste unitario: Económico 8,97 Financiero 10,88 por m²

Costes unitarios de trabajos preparatorios:

Recargo puntual:	0	0	por m ²
Bacheo:	0	0	por m ²
Repar. de bordes:	0	0	por m ²
Sellado de fisuras:	0	0	por m ²

Drenaje

Factor coste mantenimiento drenaje: 1 0 < DMCF <= 1

OK Cancel Apply

- Efectos

La pestaña de efectos confirma el porcentaje de superficie que debe ser reparada en términos de fisuración (es ajustado al 100% de cada uno)

Elemento de trabajo de conservación: PARCHEO

General | Intervención | Costes | Efectos

Porcentaje de daño reparado

Area muy dañada: 100 %

Sólo baches: 100 %

Sólo fisuras estructurales anchas: 100 %

Sólo desprend. de áridos: 100 %

OK Cancel Apply

- **Alternativa 2- Estándar de conservación : Mantenimiento Rutina**

Trabajo de conservación: Limpieza de cunetas, alcantarillas, Desbroce, etc.

Estándar de conservación: PROY2: Mantenimiento rutinario (Limpieza de DRE...

General

Nombre: Mantenimiento rutinario (Limpieza de DRENAJES)

Código: MARUD

Tipo capa rodadura: Bituminosa

Aceptar Cancelar

Tareas

Limpieza DRENAJES	DRE
-------------------	-----

Nueva tarea... Copiar tarea Borrar tarea Editar...

Nombre de este estándar de conservación

La especificación del mantenimiento de rutina está contenida en cuatro pestañas: General, Intervención, Costos y Efectos. Los detalles requeridos para cada pestaña se detallan a continuación:

- General: La pestaña confirma el nombre y código asignados al tipo de trabajo. Las actividades se especifican como Limpieza de cunetas, alcantarillas, Desbroce, etc. Y el tipo de intervención es programada

The screenshot shows a dialog box titled "Elemento de trabajo de conservación: Limpieza DRENAJES". It has three tabs: "General", "Intervención", and "Costes". The "General" tab is active. The fields are as follows:

- Nombre: Limpieza DRENAJES
- Código: DRE
- Capa de rodadura: Bituminosa
- Tipo de entidad: Calzada
- Actuación: Drainage
- Tipo de intervención: Programada, Correctiva

Buttons at the bottom: OK, Cancel, Apply.

- Intervención
La pestaña de intervención confirma el criterio de respuesta (si es necesario cada año basada en la condición en que se encuentre el mismo).

The screenshot shows the same dialog box, but with the "Intervención" tab active. The fields are as follows:

- Criterio de intervención: Intervalo de tiempo: 1 Años
- Límites:
 - Último año: 2099
 - Regularidad max: 16 IRI (m/km)
 - Cantidad max: 5000 m²/km/año
 - Mínimo: 1
 - Máximo: 9999 año(s)
 - Intervalo: 1
 - Máximo: 100000
 - IRI D: 0

Buttons at the bottom: OK, Cancel, Apply.

- Costos

La pestaña de costos confirma el costo unitario de los trabajos de sellado de fisuras (expresado en dólares americanos por metro cuadrado).

The screenshot shows a software dialog box titled "Elemento de trabajo de conservación: Limpieza DRENAJES". It has three tabs: "General", "Intervención", and "Costes", with "Costes" selected. The "Costes" tab contains the following fields:

- Coste unitario:** A table with two columns: "Económico" (value: 1200) and "Financiero" (value: 1392). To the right is a dropdown menu showing "por km".
- Costes unitarios de trabajos preparatorios:** A sub-section containing four rows of input fields:
 - Recargo puntual: 0 (Económico) / 0 (Financiero) per m²
 - Bacheo: 0 (Económico) / 0 (Financiero) per m²
 - Repar. de bordes: 0 (Económico) / 0 (Financiero) per m²
 - Sellado de fisuras: 0 (Económico) / 0 (Financiero) per m²
- Drenaje:** A section with a label "Factor coste mantenimiento drenaje:" followed by an input field containing "1" and the text "0 < DMCF <= 1".

At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Apply".

Alternativa 3- Estándar de conservación: Refuerzo de 40 mm

Las actividades de trabajo (refuerzo) se especifican en la pantalla general. El material de refuerzo, coeficiente de espesor se especifica en la pantalla diseño, mostradas a continuación.

The screenshot shows a software dialog box titled "Elemento de trabajo de conservación: Refuerzo estructural 50 mm". It has five tabs: "General", "Diseño", "Intervención", "Costes", and "Efectos", with "General" selected. The "General" tab contains the following fields:

- Nombre:** Refuerzo estructural 50 mm
- Código:** REFEST
- Capa de rodadura:** Bituminosa
- Tipo de entidad:** Calzada
- Actuación:** Overlay open-graded asphalt
- Tipo de intervención:** Radio buttons for "Programada" (selected) and "Correctiva".

At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Apply".

Elemento de trabajo de conservación: Refuerzo estructural 50 mm

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Material de capa de rodadura: Mezcla bituminosa

Espesor de nuevo pavimento: 50 mm

Coef. resistencia estación seca: 0,2

Profundidad de fresado: 0 mm

Area of carriageway to inlay: 50 %

Indicadores de defectos de construcción

Capa bituminosa: 1 0.5 <= CDS <= 1.5

OK Cancel Apply

Elemento de trabajo de conservación: Refuerzo estructural 50 mm

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Criterio de intervención

Intervalo de tiempo: 5 Años

Límites

Último año: 2099

Regularidad max: 10 IRI (m/km)

Cantidad max.: 5000 m²/km/año

Mínimo Máximo

Intervalo: 1 20 año(s)

IMD: 0 100000

OK Cancel Apply

Elemento de trabajo de conservación: Refuerzo estructural 50 mm

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Estado después de los trabajos

Regularidad y rodadura

Calculado: Editar calibración detallada...
[Modelo Seleccionado Bilineal]

Def. por usar Regularidad: 2 IRI (m/km)
Profundidad: 0 mm

Características del pavimento defs. por usuario

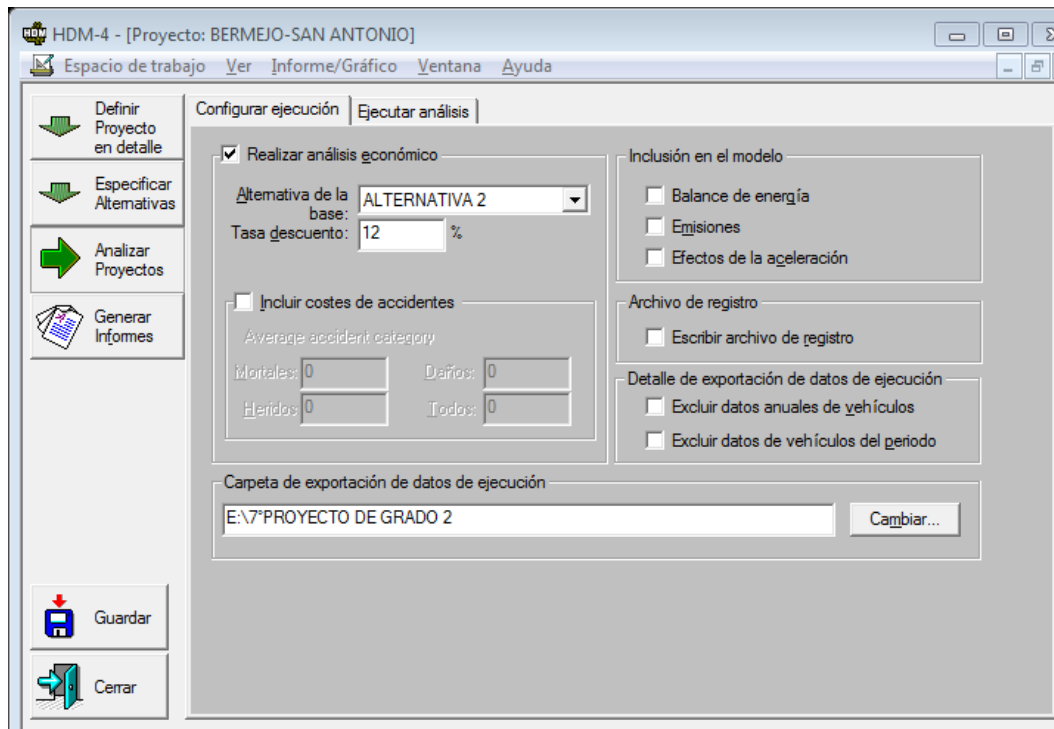
Textura superficial: 0,7 mm

Resistencia al deslizamiento: 0,55 SCFIM (a 50km/h)

OK Cancel Apply

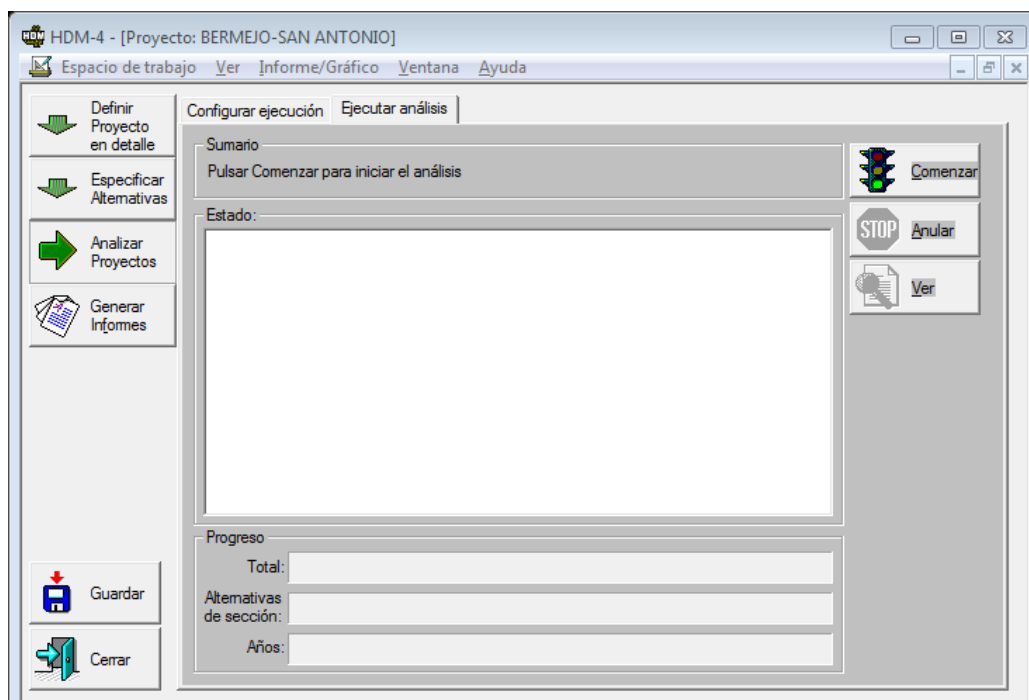
- EJECUCIÓN DE HDM-4.

La pantalla **configuración** se activa pulsando el botón de **análisis de proyectos**



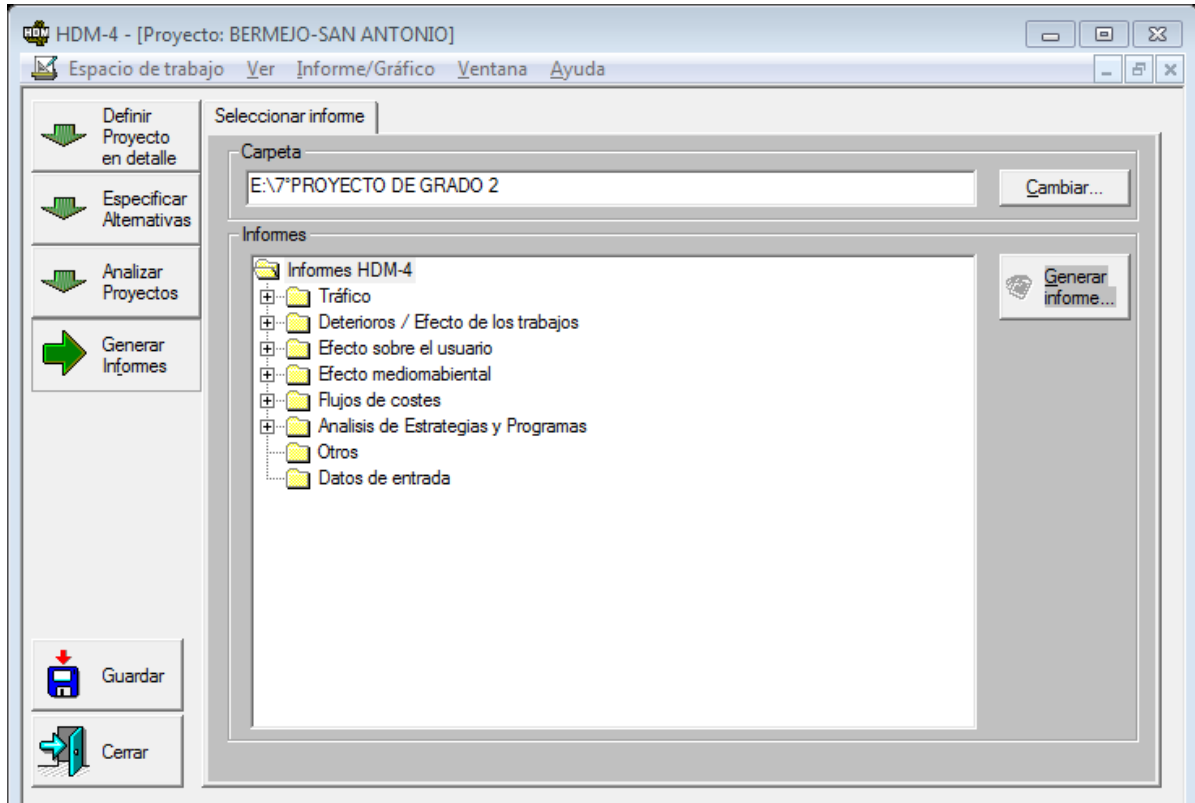
La pantalla confirma la alternativa básica para el análisis económico (se selecciona la alternativa base) y cuya tasa de descuento es 12%.

Comienza el análisis y se produce la salida de datos necesaria para producir un informe.



- GENERACIÓN DE INFORMES.

Los informes que se generan según el caso en estudio son: Tráfico, Deterioro /Efectos Trabajo y Flujo de costos



c) TRAMO: TOMATITAS – ERQUIZ NORTE – ERQUIZ SUD - CRUCE CADILLAR

Para este tramo solo vamos a realizar la configuración porque varía de acuerdo a la temperatura y precipitación media mensual y de la misma manera se realiza el procedimiento de los dos primeros tramos y el procesamiento se encuentra en anexos.

- CONFIGURACIÓN.- Se realizó la configuración del sistema de datos en HDM-4 puesto que la gestión de todos estos datos serán usados en el análisis. La configuración se divide en tres grupos:

Modelo de tráfico; los patrones de la intensidad del tráfico se definen como periodos de flujo que representan las horas del día (a través de un año) con la misma intensidad. Puesto que las condiciones de intensidad de tráfico del tramo en estudio son muy especiales es decir de flujo libre, se toma como patrón de intensidad de tráfico el predefinido en el HDM-4 con el nombre de *Free-flow*, mostrado en la pantalla siguiente:

Patrón de intensidad de tráfico: Free-Flow

Definición

Nombre: Free-Flow

Uso de la carretera: Otro uso

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

Datos de distribución del tráfico

Seleccionar método: HV PCNADT

Periodo	Descripción	Horas por año (HRYP)	Tráfico horario (HVp)	% de IMD (PCNADTp)
1	P	8760.00	0.040	100.00

8760.00 100.00

Añadir periodo

Borrar periodo

NB. HRYP debe ser igual a 8760, y PCNADTp debe ser igual a 100

Tipo de capacidad - velocidad; la función principal de la relación capacidad-velocidad es presentar las características de la capacidad de los diferentes tipos de carretera. Dada la característica de la carretera el tipo adoptado para el estudio es: *Carretera de dos carriles*. Las características de la capacidad se definen en términos de los diferentes parámetros.

Tipo de velocidad/capacidad: Two Lane Standard

Nombre: Two Lane Standard

Capacidad

Tipo de carretera: Carretera de dos carriles

Capacidad última: 1400 PCSE/carril/hr

Cap. en tráfico libre: 0,1 ($0 \leq XQ1 < 1$)

Capacidad nominal: 0,9 ($0 < XQ2 < 1$)

Velocidad de atasco en capacidad: 25 km/h

Índice de accidentalidad (en nº/ 100 millones veh-km)

por composición:

Mortal:	3
Heridos:	6
Solo daños:	12

total:

Todos los accidentes:	0
-----------------------	---

Relativo a la velocidad

0,65 m/s²

CALBFAC: 1

Factor multiplicación velocidad deseada: 1

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

Zona climática; las zonas climáticas se usan para representar las condiciones del clima en las diferentes partes de la red de carreteras. Los datos que representan estas condiciones afectan al deterioro del pavimento. Los datos de las zonas climáticas se dividen en dos categorías: humedad y temperatura. La zona climática definida con los datos en estudio es: *semi-arida/sub tropical frio* el grupo de parámetros se muestra en la pantalla siguiente.

Zona climática: semi-árida/sub tropical frío

Clima

Nombre: semi-árida/sub tropical frío

Clasificación por humedad: Semiárido

Índice de humedad: -40

Duración estación seca: 0,75 (como parte de un año)

Precipitación media mensual: 50 mm

Clasificación temperatura: Subtropical - frío

Temperatura media: 18 °C

Rango temperaturas medias: 13 °C

Días T>32°C: 30 días

Índice de helada: 0 °C-día

Porcentaje de tiempo que se conduce

Carreteras cubiertas nieve: 0 0<=PCTDS<=100

Carreteras cubiertas agua: 15 0<=PCTDW<=100

Aceptar

Cancelar

Por defecto...

4.5 Resultados del HDM 4

Los informes que se generan según el caso en estudio son: Tráfico, Deterioro /Efectos Trabajo y Flujo de costos.

A continuación se muestran los informes para el primer tramo: Palos Blancos –Isiri

- TRAFICO:
 - IMD de trafico motorizado (por vehículo)
- DETERIORO /EFECTOS TRABAJO.- los trabajos resultantes del estándar de conservación especificado por alternativas son identificados a continuación.
 - Resumen anual del deterioro de la carretera
- FLUJO DE COSTOS.-
 - Costes por tramo

Figura 4.1

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

IMD de tráfico motorizado (por vehiculo)

Nombre del estudio: **PALOS BLANCOS - RIO ISIRI**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda	en cada celda	<i>Trafico Normal e Imducido</i>
----------------	---------------	----------------------------------

Tramo :	Palos blancos - Isiri	<i>Todas las alternativas</i>
----------------	-----------------------	-------------------------------

Año	BUS GRANDE	BUS MEDIANO	CAMION GRANDE 3 EJES	CAMION MEDIANO	CAMIONETA	MICROBUS	VAGONETA JEEP	Total
2015	2	2	19	9	19	2	6	58
2016	2	2	20	9	20	2	6	61
2017	2	2	21	10	21	2	6	63
2018	2	2	22	10	22	2	7	66
2019	2	2	23	11	22	2	7	69
2020	2	2	24	11	23	2	7	72
2021	2	2	25	12	24	2	7	75
2022	2	2	26	13	25	2	8	78
2023	3	3	27	13	26	3	8	81
2024	3	3	28	14	27	3	8	85
2025	3	3	29	15	28	3	9	89
2026	3	3	30	15	29	3	9	92
2027	3	3	32	16	30	3	9	96
2028	3	3	33	17	32	3	10	100
2029	3	3	34	18	33	3	10	105
2030	3	3	36	19	34	3	10	109
2031	3	3	37	20	35	3	11	114
2032	4	4	39	21	37	4	11	119
2033	4	4	41	22	38	4	12	124
2034	4	4	42	24	40	4	12	129
Total	54	54	586	299	565	54	172	1.785

Figura 4.3

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Resumen anual del deterioro de la carretera (Combinado)

Nombre del estudio: **PALOS BLANCOS - ISIRI**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda en cada celda *Trafico Normal e Imducido*

Tramo : Palos blancos - Isiri **Longitud:** 41,00km **Clase de carretera :** Primary or Trunk
Tipo de rodadura : Bituminoso **Ancho :** 7,00m *Todas las alternativas para IRI*

Año	Alternativa 3			Alternativa 4		
	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm
2015	33,00	24,00	3,00	33,00	24,00	3,00
2016	33,00	34,00	3,00	33,00	34,00	3,00
2017	33,00	45,00	3,00	33,00	45,00	3,00
2018	33,00	55,00	3,00	33,00	55,00	3,00
2019	33,00	66,00	3,00	33,00	66,00	3,00
2020	33,00	78,00	3,00	33,00	78,00	3,00
2021	33,00	89,00	3,00	33,00	89,00	3,00
2022	33,00	101,00	3,00	33,00	101,00	3,00
2023	33,00	113,00	3,00	33,00	113,00	3,00
2024	33,00	126,00	3,00	33,00	126,00	3,00
2025	33,00	139,00	3,00	33,00	139,00	3,00
2026	33,00	152,00	3,00	33,00	152,00	3,00
2027	33,00	166,00	3,00	33,00	166,00	3,00
2028	33,00	181,00	3,00	33,00	181,00	3,00
2029	33,00	195,00	3,00	33,00	195,00	3,00
2030	33,00	210,00	3,00	33,00	210,00	3,00
2031	33,00	226,00	3,00	33,00	226,00	3,00
2032	33,00	242,00	3,00	33,00	242,00	3,00
2033	33,00	259,00	3,00	33,00	259,00	3,00
2034	33,00	277,00	3,00	33,00	277,00	3,00

Figura 4.2

H D M - 4

Resumen anual del deterioro de la carretera (Combinado)

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **PALOS BLANCOS - ISIRI**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda en cada celda *Trafico Normal e Inducido*

Tramo : Palos blancos - Isiri **Longitud:** 41,00km **Clase de carretera :** Primary or Trunk
Tipo de rodadura : Bituminoso **Ancho :** 7,00m *Todas las alternativas para IRI*

Año	Alternativa 1				Alternativa 2		
	IRI ant. m/km	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm
2015	8,00	33,00	12,00	3,00	33,00	24,00	3,00
2016	8,00	33,00	4,50	3,00	33,00	34,00	3,00
2017	9,00	33,00	4,50	3,00	33,00	45,00	3,00
2018	9,00	33,00	4,50	3,00	33,00	55,00	3,00
2019	10,00	33,00	4,50	3,00	33,00	66,00	3,00
2020	10,00	33,00	4,50	3,00	33,00	78,00	3,00
2021	11,00	33,00	4,50	3,00	33,00	89,00	3,00
2022	11,00	33,00	5,00	3,00	33,00	101,00	3,00
2023	12,00	33,00	5,00	3,00	33,00	113,00	3,00
2024	13,00	33,00	5,00	3,00	33,00	126,00	3,00
2025	13,00	33,00	5,00	3,00	33,00	139,00	3,00
2026	14,00	33,00	5,00	3,00	33,00	152,00	3,00
2027	14,00	33,00	5,00	3,00	33,00	166,00	3,00
2028	15,00	33,00	5,00	3,00	33,00	181,00	3,00
2029	15,00	33,00	5,00	3,00	33,00	195,00	3,00
2030	16,00	33,00	5,00	3,00	33,00	210,00	3,00
2031	16,00	33,00	5,00	3,00	33,00	226,00	3,00
2032	16,00	33,00	5,00	3,00	33,00	242,00	3,00
2033	16,00	33,00	5,50	3,00	33,00	259,00	3,00
2034	16,00	33,00	5,50	3,00	33,00	277,00	3,00

Figura 4.4

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Costes por tramo

Nombre del estudio: **PALOS BLANCOS - ISIRI**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Moneda : US Dolar (millones)
 TM VOC = costo operacion del vehiculo del trafico motorizado

Tramo : Palos blancos - Isiri **Longitud:** 41,00km **Clase de carretera :** Primary or Trunk
Tipo de rodadura : Bituminoso **Ancho :** 7,00m *Todas las alternativas*

Año	TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Coste Total
2015	0,53	0,10	0,63
2016	0,59	0,10	0,70
2017	0,63	0,11	0,74
2018	0,67	0,11	0,78
2019	0,71	0,12	0,83
2020	0,75	0,12	0,88
2021	0,80	0,13	0,93
2022	0,85	0,13	0,98
2023	0,90	0,14	1,04
2024	0,96	0,14	1,10
2025	1,02	0,15	1,17
2026	1,08	0,16	1,23
2027	1,14	0,16	1,31
2028	1,21	0,17	1,38
2029	1,29	0,18	1,47
2030	1,36	0,19	1,54
2031	1,41	0,19	1,61
2032	1,48	0,20	1,68
2033	1,54	0,21	1,75
2034	1,61	0,22	1,82
Coste total para el tramo	20,53	3,03	23,57

Figura 4.5

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

IMD de tráfico motorizado (por vehiculo)

Nombre del estudio: **Bermejo-San Antonio**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda	en cada celda	<i>Trafico Normal e Inducido</i>
----------------	---------------	----------------------------------

Tramo :	Bermejo-San Antonio	<i>Todas las alternativas</i>
----------------	---------------------	-------------------------------

Año	Automovil	camion grande 2 ejes	Camion grande 3 ejes	camion mediano 2 ejes	camioneta	microbus	minibuses	Total
2015	138	171	123	181	158	21	54	846
2016	146	181	130	191	167	22	57	894
2017	154	192	137	202	176	23	60	945
2018	163	202	145	214	186	25	64	999
2019	173	214	154	226	197	26	67	1.057
2020	183	226	162	239	208	27	71	1.117
2021	193	239	172	253	220	29	75	1.181
2022	204	253	181	267	233	31	80	1.248
2023	216	267	192	283	246	32	84	1.320
2024	228	283	203	299	260	34	89	1.395
2025	241	299	214	316	275	36	94	1.475
2026	255	316	227	334	291	38	99	1.559
2027	269	334	240	353	307	41	105	1.649
2028	285	353	253	373	325	43	111	1.743
2029	301	373	268	395	343	45	117	1.843
2030	318	395	283	417	363	48	124	1.948
2031	337	417	299	441	384	51	131	2.059
2032	356	441	316	466	406	54	139	2.177
2033	376	466	334	493	429	57	147	2.302
2034	398	493	354	521	453	60	155	2.434
Total	4.933	6.117	4.387	6.464	5.625	743	1.923	30.191

Figura 4.6

H D M - 4

Resumen anual del deterioro de la carretera (Combinado)

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **BERMEJO-SAN ANTONIO**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda en cada celda *Trafico Normal e Inducido*

Tramo : Bermejo-San AMtonio **Longitud:** 58,00km **Clase de carretera :** Primary or Trunk
Tipo de rodadura : Bituminoso **Ancho :** 7,00m *alternativas 1 y 2-3 para IRI*

Año	Alternativa 1				Alternativa 2-3		
	IRI ant. m/km	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm	IRI ant. m/km	Todas fis. estr. %	Espesor árido mm
2015	6,78	24,00	16,36	4,43	7	24,00	4,43
2016	7,49	24,00	50,31	4,40	7	24,00	4,40
2017	7,73	24,00	89,12	3,72	8	24,00	3,72
2018	8,51	24,00	133,69	4,37	9	24,00	4,37
2019	8,84	12,00	92,55	3,64	9	24,00	3,64
2020	6,76	0,00	0,00	4,91	9	24,00	4,35
2021	6,94	0,50	0,00	4,91	10	24,00	3,61
2022	7,12	1,51	0,00	4,90	11	24,00	4,34
2023	7,32	3,52	0,00	4,89	11	24,00	3,61
2024	7,53	3,49	0,00	4,87	12	24,00	4,34
2025	5,95	0,00	0,00	5,27	13	24,00	3,61
2026	6,11	0,00	0,00	5,27	14	24,00	4,34
2027	6,26	0,00	0,00	5,27	15	24,00	3,60
2028	6,42	0,00	0,00	5,27	16	24,00	4,33
2029	6,59	0,00	0,00	5,27	16	24,00	3,59
2030	5,33	0,00	0,00	5,64	16	24,00	4,32
2031	5,47	0,00	0,00	5,64	16	24,00	3,58
2032	5,61	0,00	0,00	5,64	16	24,00	4,30
2033	5,75	0,00	0,00	5,64	16	24,00	3,57
2034	5,90	0,00	0,00	5,64	16	24,00	4,28

Figura 4.7

H D M - 4

Resumen anual del deterioro de la carretera (Combinado)

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **BERMEJO-SAN ANTONIO**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda en cada celda *Trafico Normal e Inducido*

Tramo : Bermejo-San AMtonio **Longitud:** 58,00km **Clase de carretera :** Primary or Trunk
Tipo de rodadura : Bituminoso **Ancho :** 7,00m

Año	Alternativa 2			Alternativa 3		
	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm
2015	24,00	16,36	4,43	24,00	16,36	4,43
2016	24,00	50,31	4,40	24,00	50,31	4,51
2017	24,00	89,12	3,72	24,00	89,12	4,05
2018	24,00	133,69	4,37	24,00	133,69	4,51
2019	24,00	92,55	3,64	24,00	185,09	4,05
2020	24,00	38,69	4,35	24,00	244,66	4,51
2021	24,00	83,74	3,61	24,00	314,04	4,05
2022	24,00	136,49	4,34	24,00	395,26	4,51
2023	24,00	198,57	3,61	24,00	490,85	4,04
2024	24,00	272,05	4,34	24,00	604,00	4,50
2025	24,00	359,54	3,61	24,00	738,72	4,04
2026	24,00	464,34	4,34	24,00	900,11	4,50
2027	24,00	590,71	3,60	24,00	1.094,70	4,04
2028	24,00	744,10	4,33	24,00	1.330,90	4,49
2029	24,00	931,61	3,59	24,00	1.619,62	4,03
2030	24,00	1.162,50	4,32	24,00	1.975,16	4,48
2031	24,00	1.449,01	3,58	24,00	2.416,34	4,02
2032	24,00	1.807,41	4,30	24,00	2.968,22	4,47
2033	24,00	2.259,51	3,57	24,00	3.664,39	4,01
2034	24,00	2.834,84	4,28	24,00	4.550,32	4,44

Figura 4.8

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Costes por tramo

Nombre del estudio: **BERMEJO-SAN ANTONIO**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Moneda : US Dolar (millones)
 TM VOC = costo operacion del vehiculo del trafico motorizado

Tramo : Bermejo-San AMtonio Longitud: 58,00km Clase de carretera : Primary or Trunk
 Tipo de rodadura : Bituminoso Ancho : 7,00m

Año	Alternativa 1			Alternativa 2		
	TM VOC	TM Tiempo de	Coste Total	TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Coste Total
2015	11,36	0,95	12,32	11,36	0,95	12,32
2016	13,12	1,02	14,13	13,12	1,02	14,13
2017	14,15	1,08	15,23	14,15	1,08	15,23
2018	15,29	1,15	16,44	15,29	1,15	16,44
2019	16,55	1,22	21,06	16,55	1,22	21,06
2020	15,28	1,26	16,54	15,28	1,26	16,54
2021	17,11	1,34	18,45	17,11	1,34	18,45
2022	18,23	1,42	19,65	18,23	1,42	19,65
2023	19,43	1,50	20,93	19,43	1,50	20,93
2024	20,72	1,59	25,60	20,72	1,59	25,60
2025	19,45	1,66	21,11	19,45	1,66	21,11
2026	21,78	1,76	23,54	21,78	1,76	23,54
2027	23,18	1,86	25,05	23,18	1,86	25,05
2028	24,69	1,97	26,66	24,69	1,97	26,66
2029	26,29	2,09	31,67	26,29	2,09	31,67
2030	24,97	2,20	27,16	24,97	2,20	27,16
2031	27,93	2,32	30,26	27,93	2,32	30,26
2032	29,72	2,46	32,18	29,72	2,46	32,18
2033	31,63	2,60	34,23	31,63	2,60	34,23
2034	33,66	2,75	39,71	33,66	2,75	39,71
Coste total para el tramo:	424,54	34,21	471,91	424,54	34,21	471,91

Figura 4.9

H D M - 4

Costes por tramo

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **BERMEJO-SAN ANTONIO**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Moneda : US Dolar (millones)
 TM VOC = costo operacion del vehiculo del trafico motorizado

Tramo : Bermejo-San AMtonio Longitud: 58,00km Clase de carretera : Primary or Trunk
 Tipo de rodadura : Bituminoso Ancho : 7,00m

Alternativa 3			
Año	TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Coste Total
2015	11,36	0,95	12,39
2016	13,12	1,02	14,20
2017	14,15	1,08	15,30
2018	15,29	1,15	16,51
2019	16,54	1,22	17,83
2020	17,93	1,31	19,31
2021	19,49	1,41	20,96
2022	21,24	1,52	22,84
2023	23,26	1,66	24,99
2024	25,59	1,84	27,50
2025	28,34	2,06	30,47
2026	31,62	2,34	34,03
2027	34,73	2,61	37,41
2028	36,89	2,78	39,75
2029	39,01	2,94	42,02
2030	41,24	3,11	44,42
2031	43,59	3,29	46,95
2032	46,09	3,48	49,63
2033	48,72	3,68	52,47
2034	51,51	3,89	55,47
Coste total para el tramo:	579,70	43,34	624,43

Figura 4.10

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

IMD de tráfico motorizado (por vehiculo)

Nombre del estudio: TOMATTAS-ERQUIZ-CADILLAR

Fecha ejecución: 30-10-2014

Leyenda en cada celda *Trafico Normal e Inducido*

Tramo : Tomatitas-Erquiz-Cadillar *Todas las alternativas*

Año	Automovil (automovil, otros)	Buses	Camion Articulado 1	Camion grande 2 ejes	camion mediano 2 ejes	Camionetas (vagoneta, jeep, microbus)	Total
2015	171	56	3	19	57	246	552
2016	176	57	3	20	59	251	565
2017	180	58	3	21	61	256	578
2018	185	58	3	22	63	261	592
2019	189	59	3	23	66	266	606
2020	194	60	3	24	68	272	621
2021	199	60	3	25	71	277	636
2022	204	61	3	26	74	283	651
2023	210	62	3	27	77	288	667
2024	215	63	3	28	80	294	683
2025	221	63	3	29	83	300	699
2026	226	64	3	30	86	306	716
2027	232	65	4	32	90	312	734
2028	238	66	4	33	93	318	752
2029	244	67	4	34	97	325	770
2030	250	67	4	36	100	331	789
2031	257	68	4	37	104	338	808
2032	263	69	4	39	108	345	828
2033	270	70	4	40	113	352	849
2034	277	71	4	42	117	359	870
Total	4.403	1.264	67	585	1.667	5.980	13.967

Figura 4.11

H D M - 4

Resumen anual del deterioro de la carretera (Combinado)

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **TOMATITAS-ERQUIZ-CADILLAR**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda en cada celda *Trafico Normal e Inducido*

Tramo : tomatitas-erquiz-cadillar **Longitud:** 15,00km **Clase de carretera :** Primary or Trunk
Tipo de rodadura : Bituminoso **Ancho :** 6,00m *alternativas 1-2 y 3 para IRI*

Año	Alternativa 1-2		Alternativa 1		Alternativa 3		
	IRI ant. m/km	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm	IRI ant. m/km	Todas fis. estr. %	Espesor árido mm
2015	7,77	0,50	29,48	3,58	7,77	0,50	3,58
2016	8,63	0,50	31,07	3,58	8,63	0,50	3,58
2017	9,50	0,50	19,66	3,57	9,50	0,50	3,58
2018	10,38	0,50	6,92	3,57	10,40	0,50	3,58
2019	11,30	0,50	7,31	3,57	11,32	0,50	3,58
2020	12,24	0,50	7,73	3,57	12,26	0,50	3,58
2021	13,21	0,50	8,18	3,57	13,23	0,50	3,58
2022	14,20	0,50	8,67	3,57	14,23	0,50	3,58
2023	15,21	0,50	9,19	3,57	15,24	0,50	3,58
2024	16,00	0,50	9,75	3,57	16,00	0,50	3,58
2025	16,00	0,50	10,36	3,56	16,00	0,50	3,58
2026	16,00	0,50	11,02	3,56	16,00	0,50	3,58
2027	16,00	0,50	11,74	3,56	16,00	0,50	3,58
2028	16,00	0,50	12,51	3,56	16,00	0,50	3,58
2029	16,00	0,50	13,35	3,56	16,00	0,50	3,58
2030	16,00	0,50	14,26	3,56	16,00	0,50	3,58
2031	16,00	0,50	15,25	3,56	16,00	0,50	3,58
2032	16,00	0,50	16,33	3,56	16,00	0,50	3,58
2033	16,00	0,50	17,51	3,56	16,00	0,50	3,58
2034	16,00	0,50	18,79	3,56	16,00	0,50	3,58

Figura 4.12

H D M - 4 Resumen anual del deterioro de la carretera (Combinado)

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **TOMATITAS-ERQUIZ-CADILLAR**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Leyenda	en cada celda	<i>Trafico Normal e Inducido</i>
----------------	---------------	----------------------------------

Tramo : tomatitas-erquiz-cadillar	Longitud: 15,00km	Clase de carretera : Primary or Trunk
Tipo de rodadura : Bituminoso	Ancho : 6,00m	

Año	Alternativa 2			Alternativa 3		
	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm	Todas fis. estr. %	No. de baches	Espesor árido mm
2015	0,50	29,48	3,58	0,50	29,48	3,58
2016	0,50	31,07	3,58	0,50	31,07	3,58
2017	0,50	32,77	3,58	0,50	32,77	3,57
2018	0,50	34,59	3,58	0,50	34,59	3,57
2019	0,50	36,55	3,58	0,25	18,28	3,57
2020	0,50	38,65	3,58	0,00	0,00	3,80
2021	0,50	40,90	3,58	0,00	0,00	3,80
2022	0,50	43,33	3,58	0,00	0,00	3,80
2023	0,50	45,95	3,58	0,00	0,00	3,80
2024	0,50	48,77	3,58	0,00	0,00	3,80
2025	0,50	51,82	3,58	0,00	0,00	4,03
2026	0,50	55,11	3,58	0,00	0,00	4,03
2027	0,50	58,68	3,58	0,00	0,00	4,03
2028	0,50	62,54	3,58	0,00	0,00	4,03
2029	0,50	66,74	3,58	0,00	0,00	4,02
2030	0,50	71,29	3,58	0,00	0,00	4,25
2031	0,50	76,25	3,58	0,00	0,00	4,25
2032	0,50	81,65	3,58	0,00	0,00	4,25
2033	0,50	87,54	3,58	0,00	0,00	4,25
2034	0,50	93,97	3,58	0,00	0,00	4,25

Figura 4.13

H D M - 4

Costes por tramo

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **TOMATTAS-ERQUIZ-CADILLAR**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Moneda :	US Dolar (millones) TM VOC = costo operacion del vehiculo del trafico motorizado
-----------------	---

Tramo :	tomattas-erquiz-cadillar	Longitud:	15,00km	Clase de carretera :	Primary or Trunk
Tipo de rodadura :	Bituminoso	Ancho :	6,00m		

Año	Alternativa 1			Alternativa 2		
	TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Coste Total	TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Coste Total
2015	1,73	0,54	2,26	1,73	0,54	2,28
2016	1,90	0,54	2,45	1,90	0,54	2,47
2017	2,01	0,55	2,57	2,01	0,55	2,58
2018	2,13	0,56	2,69	2,13	0,56	2,71
2019	2,24	0,57	2,81	2,24	0,57	2,83
2020	2,37	0,58	2,94	2,37	0,58	2,96
2021	2,49	0,59	3,08	2,49	0,59	3,10
2022	2,63	0,60	3,23	2,63	0,60	3,25
2023	2,77	0,62	3,38	2,77	0,62	3,40
2024	2,90	0,63	3,53	2,90	0,63	3,55
2025	3,01	0,64	3,65	3,01	0,64	3,67
2026	3,08	0,65	3,73	3,08	0,65	3,75
2027	3,15	0,66	3,82	3,15	0,66	3,84
2028	3,23	0,67	3,90	3,23	0,67	3,92
2029	3,31	0,68	3,99	3,31	0,68	4,01
2030	3,39	0,69	4,08	3,39	0,69	4,10
2031	3,48	0,70	4,18	3,48	0,70	4,20
2032	3,56	0,71	4,28	3,56	0,71	4,29
2033	3,65	0,72	4,37	3,65	0,72	4,39
2034	3,74	0,73	4,48	3,74	0,73	4,50
Coste total para el tramo:	56,77	12,66	69,42	56,78	12,66	69,82

Figura 4.14

H D M - 4

Costes por tramo

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **TOMATITAS-ERQUIZ-CADILLAR**

Fecha ejecución: **30-10-2014**

Moneda :	US Dolar (millones)
	TM VOC = costo operacion del vehiculo del trafico motorizado

Tramo :	tomatitas-erquiz-cadillar	Longitud:	15,00km	Clase de carretera :	Primary or Trunk
Tipo de rodadura :	Bituminoso	Ancho :	6,00m		

Alternativa 3			
Año	TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Coste Total
2015	1,73	0,54	2,26
2016	1,90	0,54	2,45
2017	2,01	0,55	2,56
2018	2,13	0,56	2,69
2019	2,24	0,57	3,59
2020	2,22	0,58	2,80
2021	2,38	0,59	2,97
2022	2,46	0,60	3,06
2023	2,54	0,60	3,15
2024	2,63	0,61	4,01
2025	2,57	0,62	3,19
2026	2,75	0,63	3,39
2027	2,85	0,64	3,49
2028	2,94	0,65	3,60
2029	3,04	0,66	4,48
2030	2,98	0,67	3,65
2031	3,19	0,68	3,87
2032	3,30	0,69	3,99
2033	3,41	0,71	4,12
2034	3,53	0,72	5,02
Coste total para el tramo:	52,81	12,42	68,32

4.7. Análisis de sensibilidad de los resultados del HDM-4

El HDM IV tiene una serie de módulos que permiten procesar información sobre las carreteras de manera que pronostique la ocurrencia futura a través de los años de servicio, particularmente en el proyecto se ha tomado como módulo de análisis el deterioro de la carretera, por lo que al programa se hizo correr y solo se realizó el análisis de los resultados de deterioro de la carretera en el periodo de servicio, considerando varios procesamientos con la variación de los datos de entrada del IRI, IMD y N° de baches.

La elección del módulo de deterioro del HDM IV fue porque es uno de los más importantes para la planificación de la conservación y mantenimiento de las carreteras por lo que se considera que es importante conocer si sus resultados son muy sensibles a la variabilidad de los datos de entrada.

Para el procesamiento por el HDM IV se tomó un valor base para cada uno de los parámetros y se hizo variar en dos valores por encima y dos por debajo para evaluar la sensibilidad de los resultados, el proceso del HDM IV es el mismo independiente de los datos de entrada.

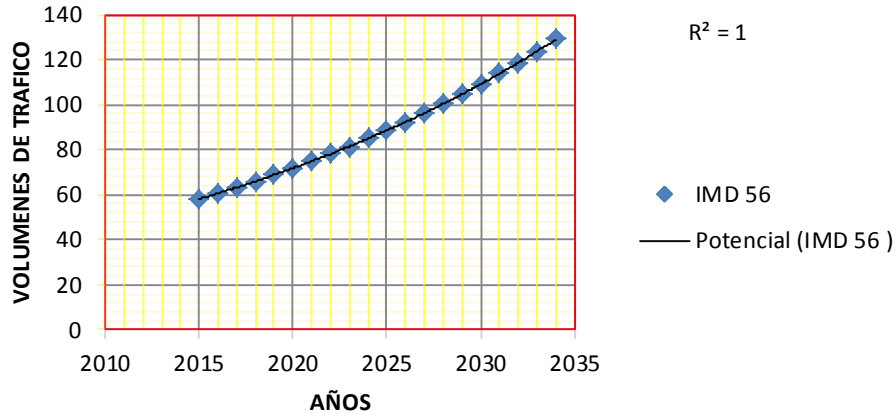
TRAFICO PROMEDIO DIARIO

todas las alternativas

Año	IMD: 56	IMD: 46	IMD: 36	IMD:26	IMD: 16
	Total	Total	Total	Total	Total
2015	58	48	38	27	17
2016	61	50	39	28	17
2017	63	52	41	29	18
2018	66	54	43	31	19
2019	69	57	44	32	20
2020	72	59	46	33	21
2021	75	62	48	35	21
2022	78	64	50	36	22
2023	81	67	52	38	23
2024	85	70	55	39	24
2025	89	73	57	41	25
2026	92	76	59	43	26
2027	96	79	62	45	28
2028	100	82	65	47	29
2029	105	86	67	49	30
2030	109	90	70	51	31
2031	114	93	73	53	33
2032	119	97	76	55	34
2033	124	102	80	57	35
2034	129	106	83	60	37
Total	1.785	1.467	1.148	829	510

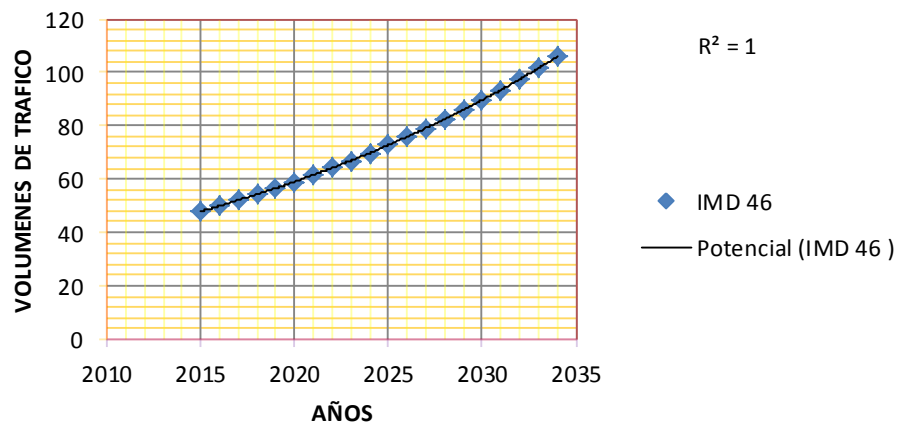
PRUEBA DE CONSISTENCIA TRAFICO PROMEDIO DIARIO PALOS B.-ISIRI

IMD 56



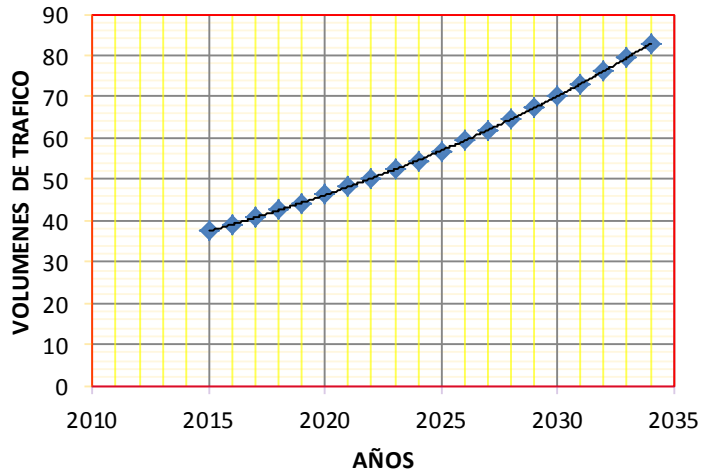
MEDIA	\bar{x}	89,25	
DESVIACION	s	21,97	(
RANGO	$S - X + S$	67,28 - 111,22	

IMD 46



MEDIA	\bar{x}	73,33	
DESVIACION	s	18,03	(
RANGO	$S - X + S$	55,31 - 91,36	

IMD 36

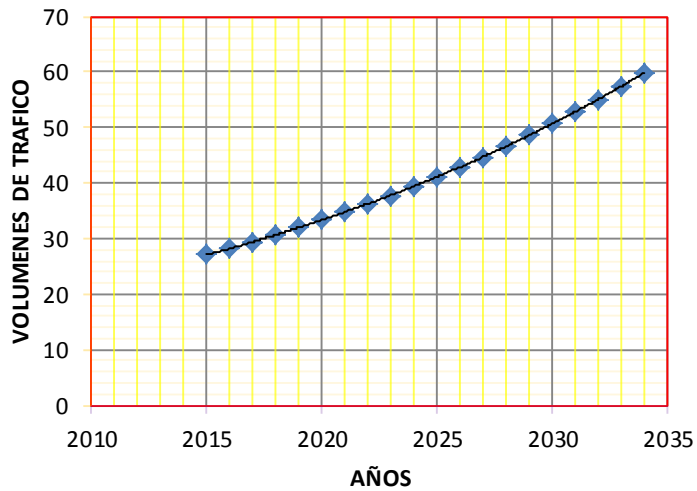


$R^2 = 1$

◆ IMD 36
— Potencial (IMD 36)

MEDIA \bar{x} 57,39
 DESVIACION s 14,11
 RANGO $S - X + S$ **43,28 - 71,50**

IMD 26

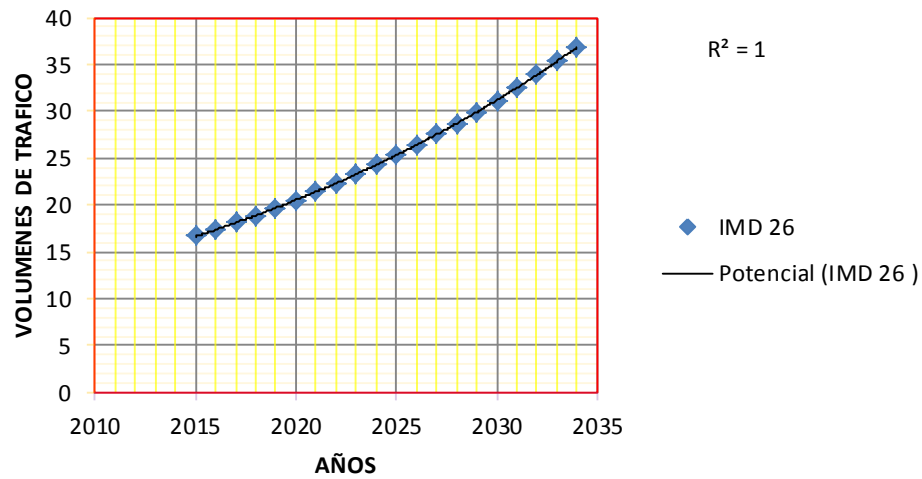


$R^2 = 1$

◆ IMD 26
— Potencial (IMD 26)

MEDIA \bar{x} 41,45
 DESVIACION s 10,19
 RANGO $S - X + S$ **31,26 - 51,64**

IMD 16



MEDIA	\bar{x}	25,50
DESVIACION	s	6,27
RANGO	$S - X + S$	19,23 - 31,78

se analizó la sensibilidad para el Índice de Regularidad considerando:

- un incremento máximo al IRI de 10 (m/km)
- una reducción en el IRI de 3 (m/km)
- un incremento en el IRI de 8 (m/km)
- una disminución mínima al IRI de 2 (m/km)

INDICE DE REGULARIDAD**todas las
alternativas**

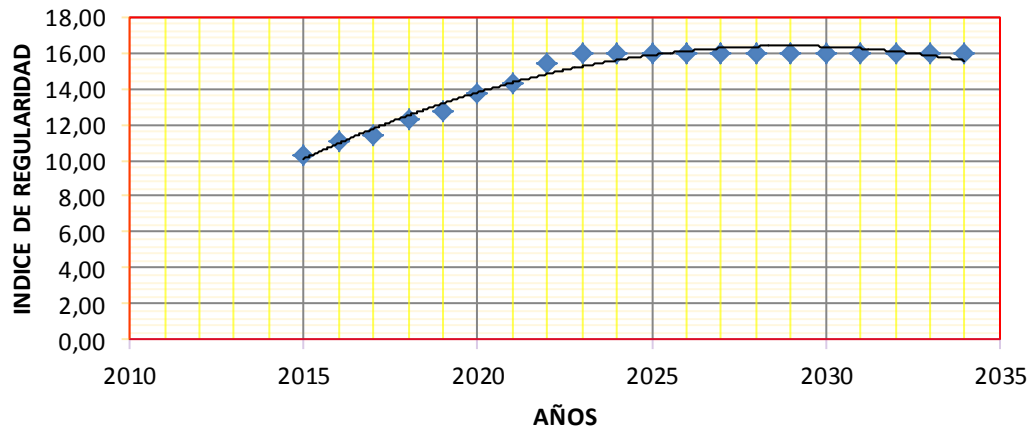
Año	IRI :10	IRI :8	IRI :5,2	IRI :3	IRI :2
	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km
2015	13,00	11,03	8,00	5,98	4,97
2016	13,00	11,57	8,00	6,48	5,46
2017	14,00	12,12	9,00	6,98	5,96
2018	14,00	12,68	9,00	7,49	6,46
2019	15,00	13,25	10,00	8,01	6,96
2020	15,00	13,82	10,00	8,52	7,47
2021	16,00	14,40	11,00	9,05	7,98
2022	16,00	14,98	11,00	9,58	8,50
2023	16,00	15,57	12,00	10,11	9,03
2024	16,00	16,00	13,00	10,66	9,56
2025	16,00	16,00	13,00	11,20	10,09
2026	16,00	16,00	14,00	11,75	10,63
2027	16,00	16,00	14,00	12,31	11,18
2028	16,00	16,00	15,00	12,87	11,73
2029	16,00	16,00	15,00	13,44	12,29
2030	16,00	16,00	16,00	14,02	12,85
2031	16,00	16,00	16,00	14,60	13,42
2032	16,00	16,00	16,00	15,18	13,99
2033	16,00	16,00	16,00	15,77	14,57
2034	16,00	16,00	16,00	16,00	15,15

PRUEBA DE CONSISTENCIA

INDICE DE REGULARIDAD

IRI 7

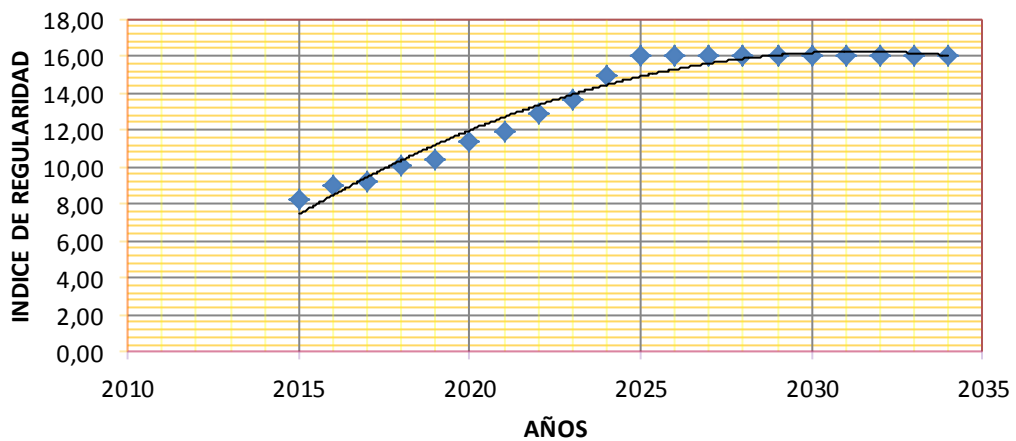
$R^2 = 0,9693$



MEDIA	\bar{x}	14,66	
DESVIACION	s	1,99	
RANGO	$S - X + S$		$12,67 - 16,65$

IRI 5

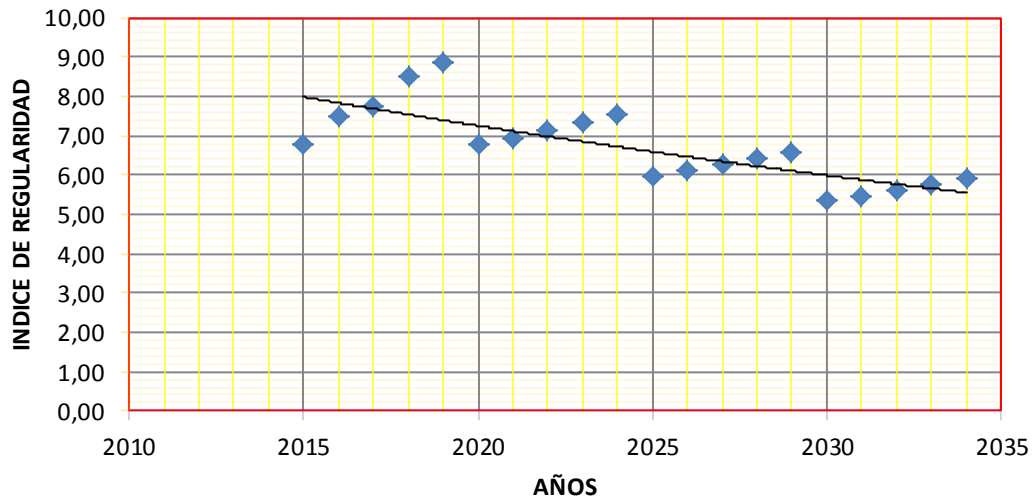
$R^2 = 0,9672$



MEDIA	\bar{x}	13,58	
DESVIACION	s	2,90	
RANGO	$S - X + S$		$10,68 - 16,48$

IRI 3,6

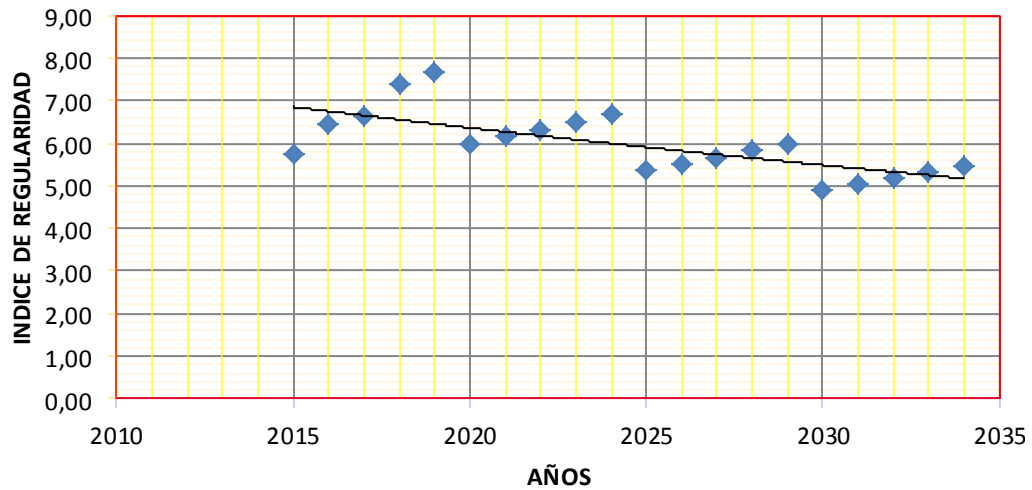
R² = 0,6299



MEDIA	\bar{x}	6,72	
DESVIACION	s	0,98	
RANGO	$S - X + S$		5,74 - 7,70

IRI 2,6

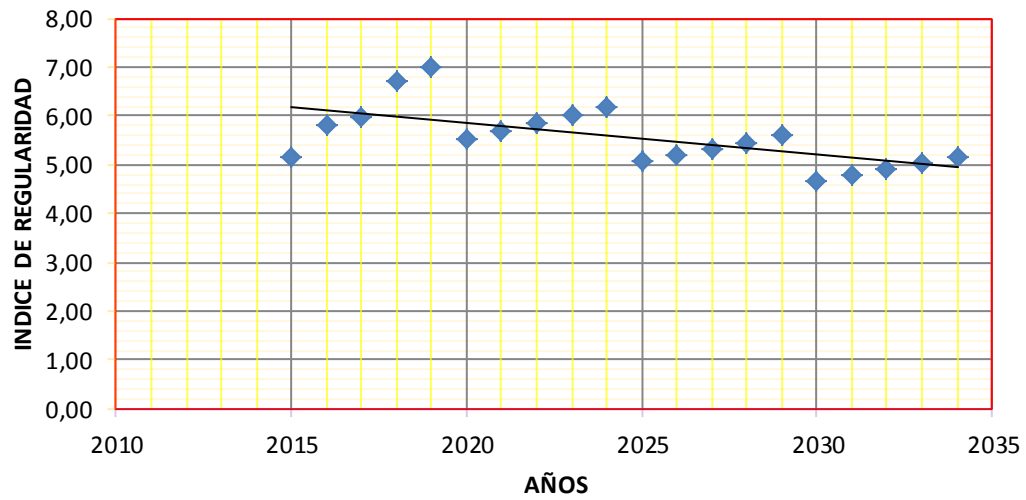
R² = 0,5183



MEDIA	\bar{x}	5,99	
DESVIACION	s	0,75	
RANGO	$S - X + S$		5,25 - 6,74

IRI 2

$R^2 = 0,3907$



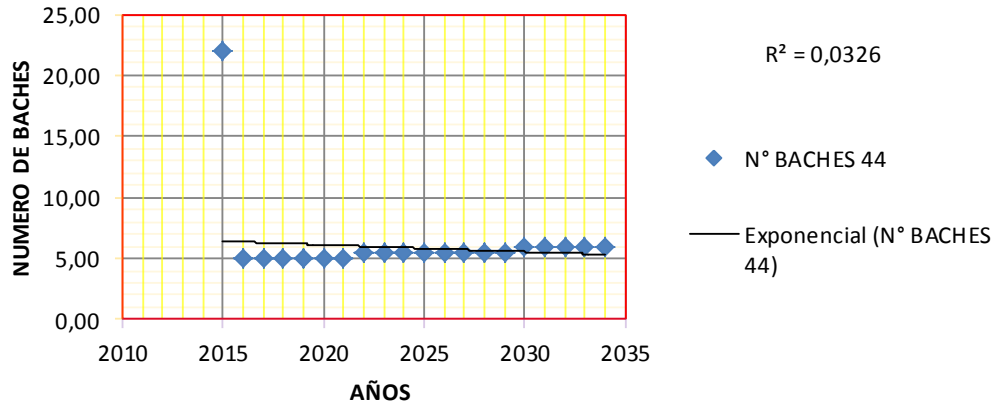
MEDIA	\bar{x}	5,56
DESVIACION	s	0,62
RANGO	$S - X + S$	$\left[4,94 - 6,17 \right]$

NUMERO DE BACHES**alternativa 1**

	44	34	24	14	4
Año	N° de	N° de	N° de	N° de	N° de
	baches	baches	baches	baches	baches
2015	22,00	17,36	12,00	7,14	2,04
2016	5,00	5,02	4,50	4,63	4,44
2017	5,00	5,05	4,50	4,65	4,45
2018	5,00	5,09	4,50	4,67	4,46
2019	5,00	5,13	4,50	4,70	4,48
2020	5,00	5,18	4,50	4,72	4,49
2021	5,00	5,22	4,50	4,75	4,51
2022	5,50	5,27	5,00	4,77	4,52
2023	5,50	5,32	5,00	4,80	4,54
2024	5,50	5,37	5,00	4,83	4,56
2025	5,50	5,42	5,00	4,86	4,58
2026	5,50	5,47	5,00	4,89	4,60
2027	5,50	5,53	5,00	4,92	4,62
2028	5,50	5,59	5,00	4,95	4,64
2029	5,50	5,65	5,00	4,99	4,66
2030	6,00	5,72	5,00	5,03	4,68
2031	6,00	5,79	5,00	5,07	4,70
2032	6,00	5,86	5,00	5,11	4,73
2033	6,00	5,93	5,50	5,15	4,76
2034	6,00	6,01	5,50	5,19	4,78

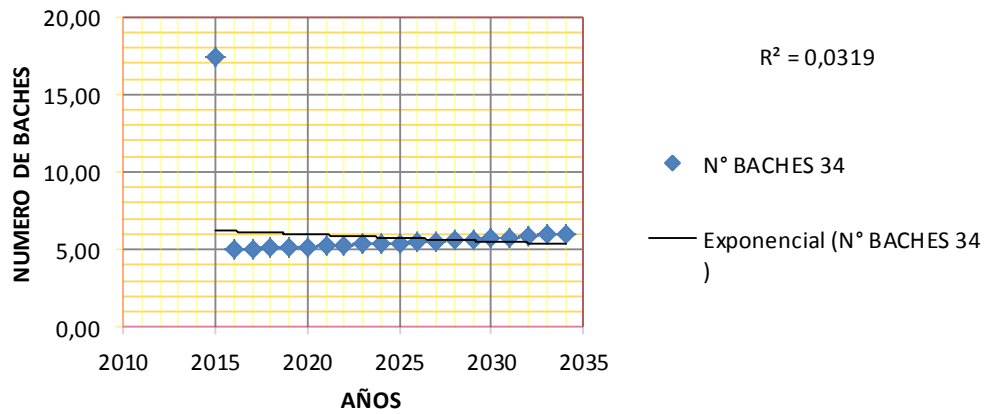
PRUEBA DE CONSISTENCIA NUMERO DE BACHES

N° BACHES 44



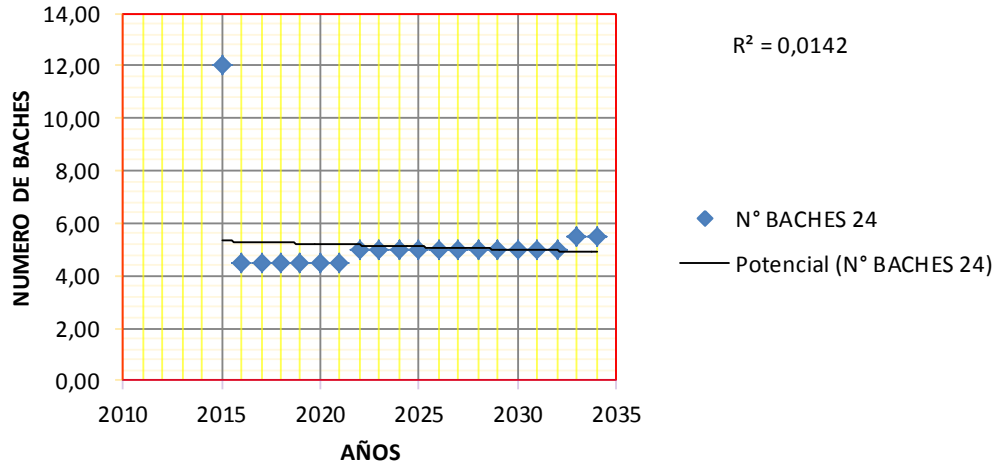
MEDIA x 6,30
DESVIACION s 3,71
RANGO $S - X + S$ **(2,59 - 10,01)**

N° BACHES 34



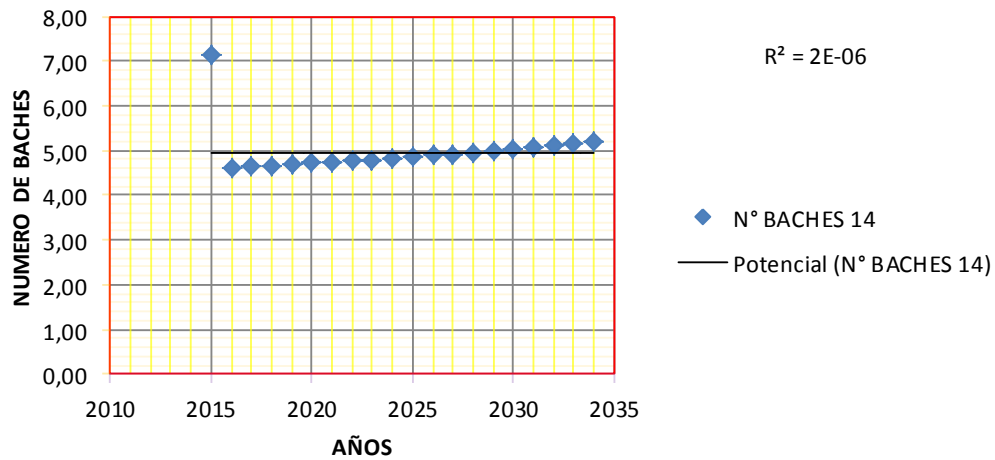
MEDIA x 6,05
DESVIACION s 2,68
RANGO $S - X + S$ **(3,37 - 8,73)**

N° BACHES 24



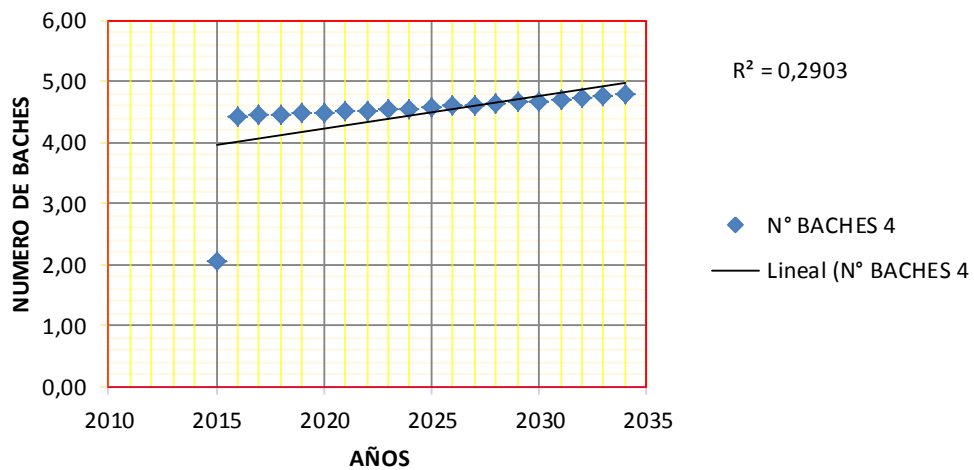
MEDIA x 5,25
DESVIACION : 1,62
RANGO $S - X + S$ **(3,63 - 6,87)**

N° BACHES 14



MEDIA x 4,99
DESVIACION : 0,53
RANGO $S - X + S$ **(4,45 - 5,52)**

N° BACHES 4



MEDIA	\bar{x}	4,46
DESVIACION	s	0,58
RANGO	$S - X + S$	$(3,88 - 5,04)$

NUMERO DE BACHES**alternativa 2-3-4**

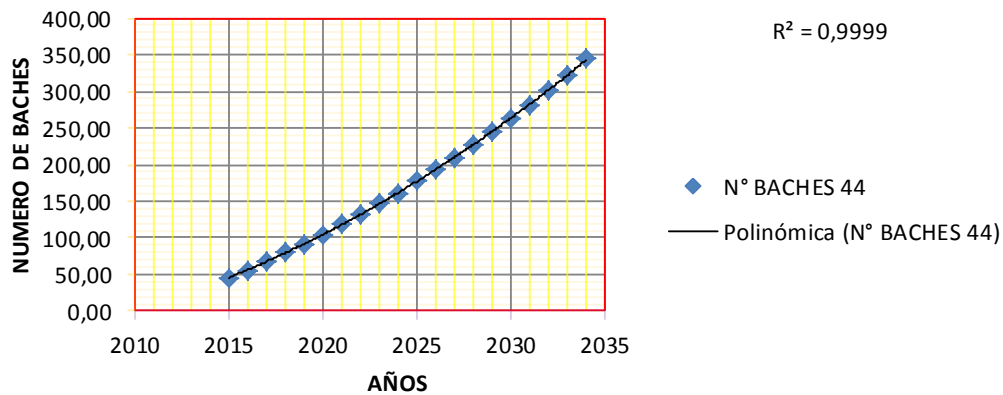
Año	44	34	24	14	4
	N° de baches	N° de baches	N° de baches	N° de baches	N° de baches
2015	44,00	34,72	24,00	14,27	4,08
2016	56,00	45,48	34,00	23,81	13,02
2017	68,00	56,56	45,00	33,57	22,16
2018	80,00	67,96	55,00	43,58	31,50
2019	92,00	79,70	66,00	53,83	41,05
2020	105,00	91,79	78,00	64,34	50,81
2021	119,00	104,26	89,00	75,13	60,79
2022	132,00	117,12	101,00	86,18	71,00
2023	147,00	130,38	113,00	97,53	81,44
2024	161,00	144,08	126,00	109,18	92,13
2025	177,00	158,22	139,00	121,13	103,06
2026	193,00	172,84	152,00	133,42	114,26
2027	209,00	187,95	166,00	146,04	125,72
2028	226,00	203,58	181,00	159,01	137,46
2029	244,00	219,76	195,00	172,35	149,49
2030	262,00	236,53	210,00	186,07	161,81
2031	281,00	253,90	226,00	200,20	174,44
2032	301,00	271,92	242,00	214,74	187,40
2033	322,00	290,62	259,00	229,72	200,68
2034	344,00	310,04	277,00	245,15	214,31

Para la los costes de tramo se analizó la sensibilidad considerando el volumen de tráfico IMD ya que sus costos depende de este parámetro

- un incremento en la intensidad media diaria de 10 vehículos
- una reducción en la intensidad media diaria de 10 vehículos
- un incremento en la intensidad media diaria de 20 vehículos
- Una disminución de intensidad media diaria de 20 vehículos

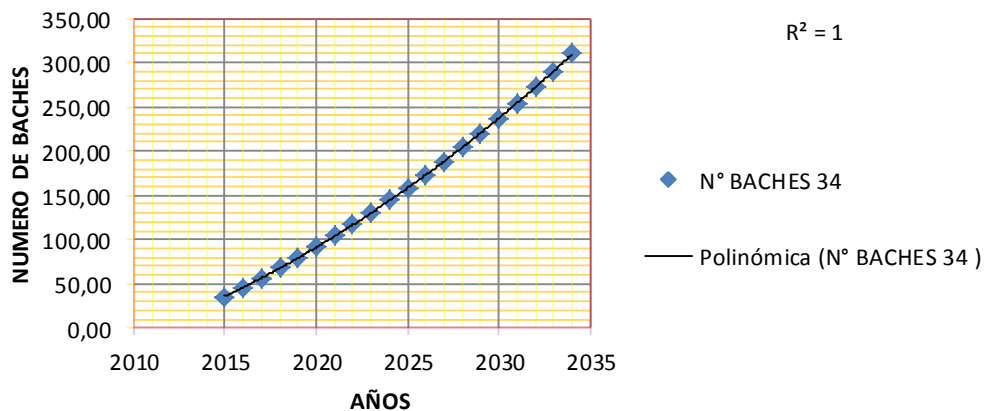
PRUEBA DE CONSISTENCIA N° BACHES ALTERNATIVA 2-3-4

N° BACHES 44



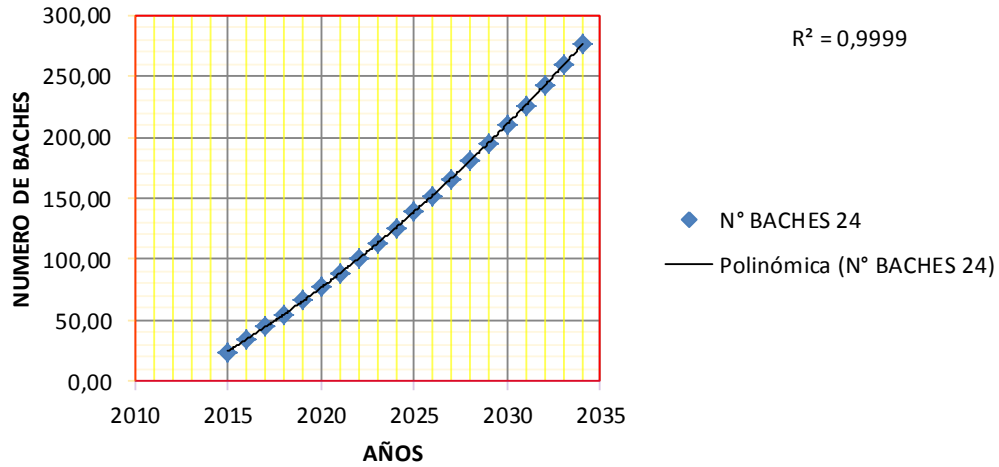
MEDIA x	i	178,15	(85,51 - 270,79)
DESVIACION S		92,64	
RANGO	$S - X + S$		

N° BACHES 34



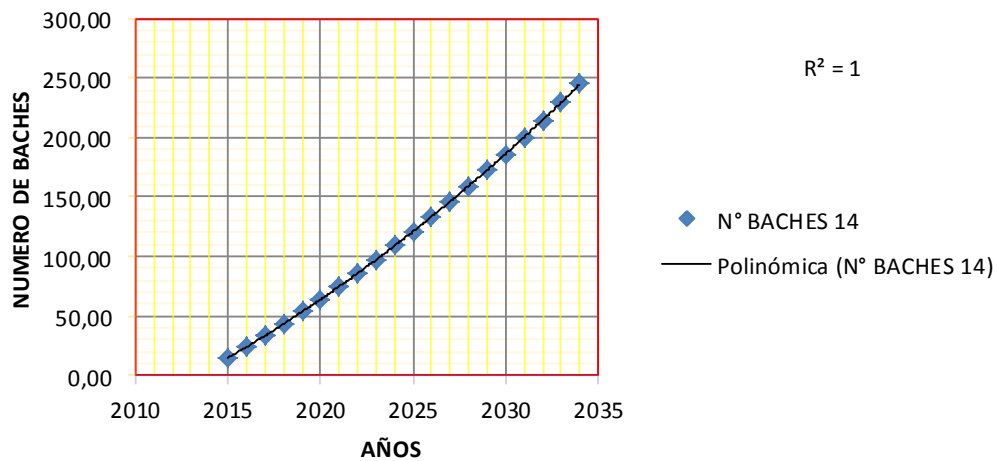
MEDIA x	i	158,87	(73,55 - 244,20)
DESVIACION S		85,32	
RANGO	$S - X + S$		

N° BACHES 24



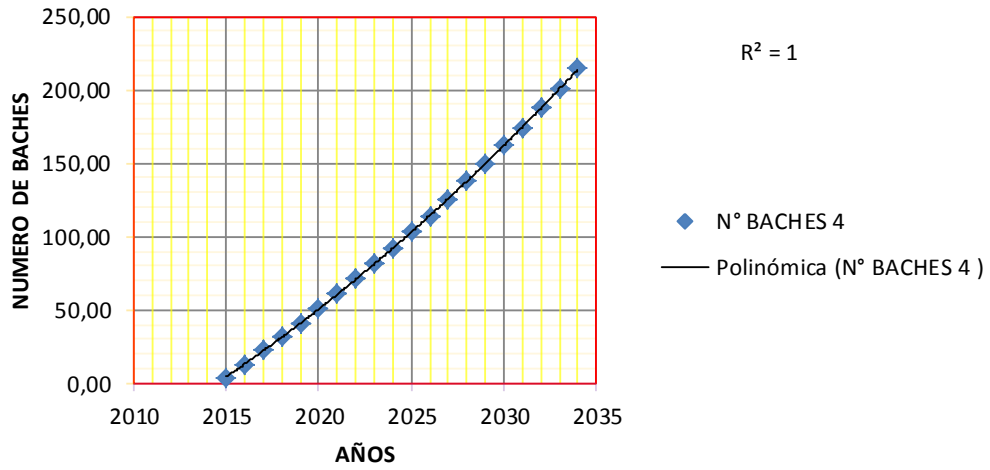
MEDIA X 138,90
DESVIACION : 78,28
RANGO $S - X + S$ **60,62 - 217,18**

N° BACHES 14



MEDIA : 120,46
DESVIACION : 71,67
RANGO $S - X + S$ **48,79 - 192,13**

N° BACHES 4



MEDIA	x	101,83	
DESVIACION	s	65,32	$\left(36,51 - 167,15 \right)$
RANGO	$S - X + S$		

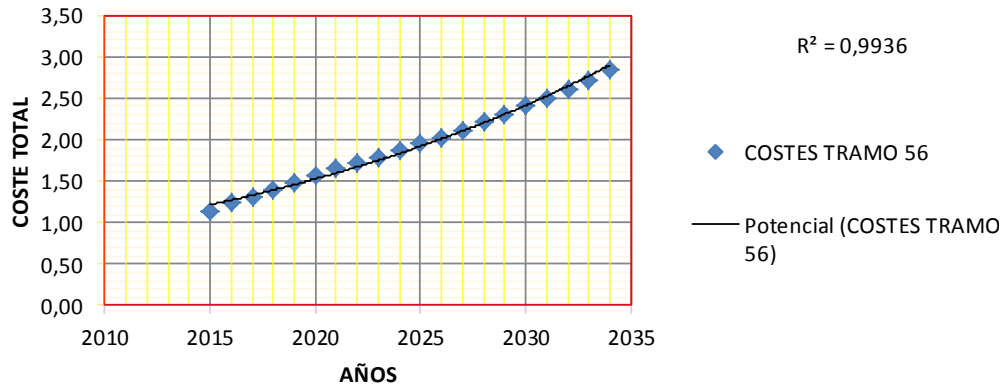
COSTES POR TRAMO**alternativa 1**

Año	56,00	46,00	36,00	26,00	16,00
	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total
2015	1,14	0,88	0,63	0,42	0,26
2016	1,24	0,97	0,70	0,47	0,29
2017	1,32	1,02	0,74	0,50	0,31
2018	1,39	1,08	0,78	0,53	0,32
2019	1,48	1,15	0,83	0,56	0,34
2020	1,56	1,22	0,88	0,59	0,36
2021	1,65	1,29	0,93	0,63	0,39
2022	1,72	1,37	0,98	0,66	0,41
2023	1,79	1,45	1,04	0,70	0,43
2024	1,87	1,53	1,10	0,74	0,46
2025	1,95	1,60	1,17	0,79	0,49
2026	2,03	1,67	1,23	0,83	0,51
2027	2,12	1,74	1,31	0,88	0,54
2028	2,21	1,81	1,38	0,93	0,58
2029	2,30	1,89	1,47	0,99	0,61
2030	2,40	1,97	1,54	1,05	0,64
2031	2,50	2,06	1,61	1,11	0,68
2032	2,61	2,14	1,68	1,18	0,72
2033	2,72	2,24	1,75	1,25	0,77
2034	2,84	2,33	1,82	1,31	0,81
Coste total para el tramo:	38,83	31,39	23,57	16,13	9,93

PRUEBA DE CONSISTENCIA

COSTES DE TRAMO ALT .1

COSTES TRAMO 56

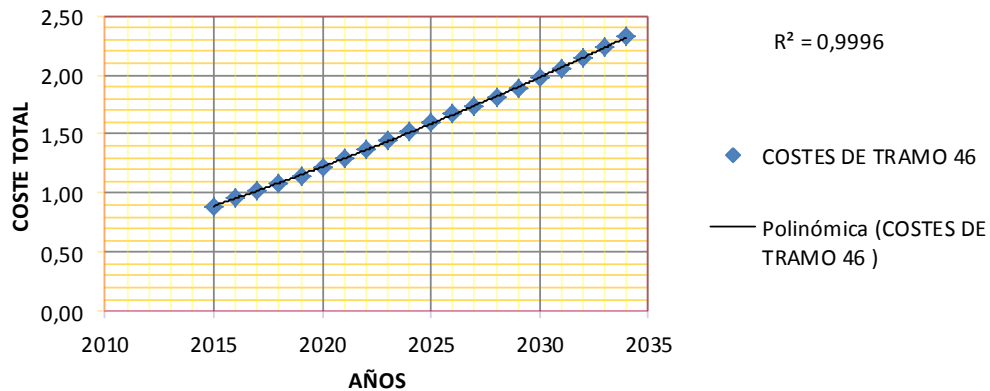


MEDIA \bar{x} 1,94

DESVIACION s 0,51

RANGO $S - X + S$ (1,43 - 2,45)

COSTES DE TRAMO 46

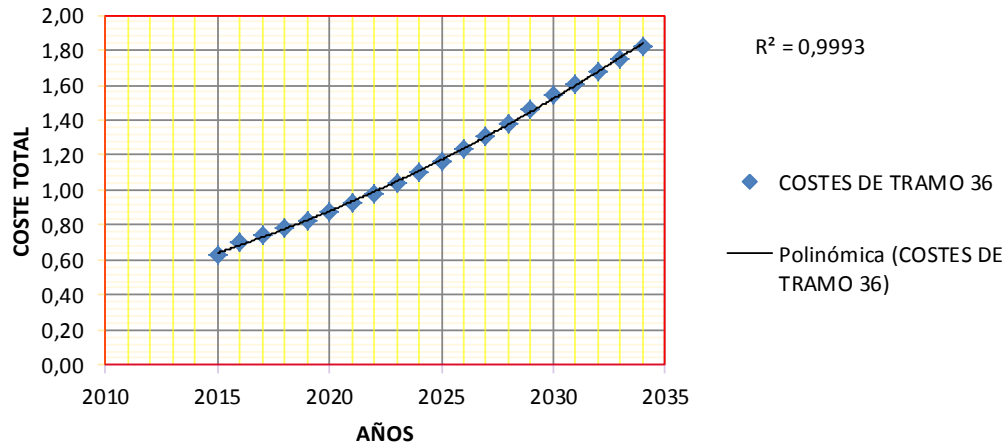


MEDIA \bar{x} 1,57

DESVIACION s 0,44

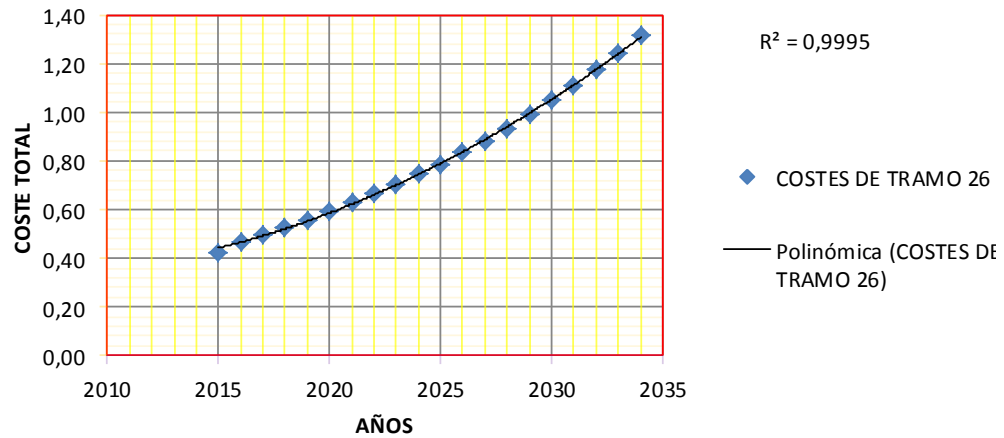
RANGO $S - X + S$ (1,13 - 2,01)

COSTES DE TRAMO 36



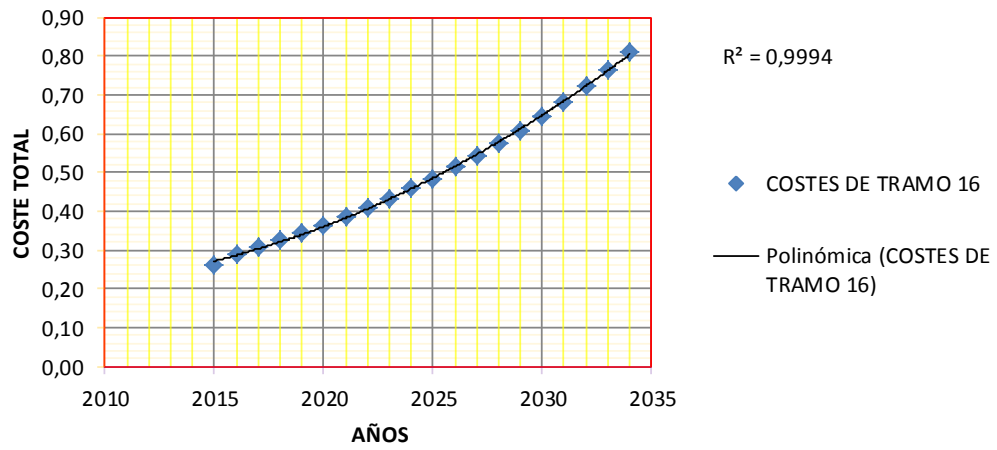
MEDIA	\bar{x}	1,18	
DESVIACION	s	0,38	
RANGO	$S - X + S$		$\left(0,80 - 1,55 \right)$

COSTES DE TRAMO 26



MEDIA	\bar{x}	0,81	
DESVIACION	s	0,27	
RANGO	$S - X + S$		$\left(0,53 - 1,08 \right)$

COSTES DE TRAMO 16



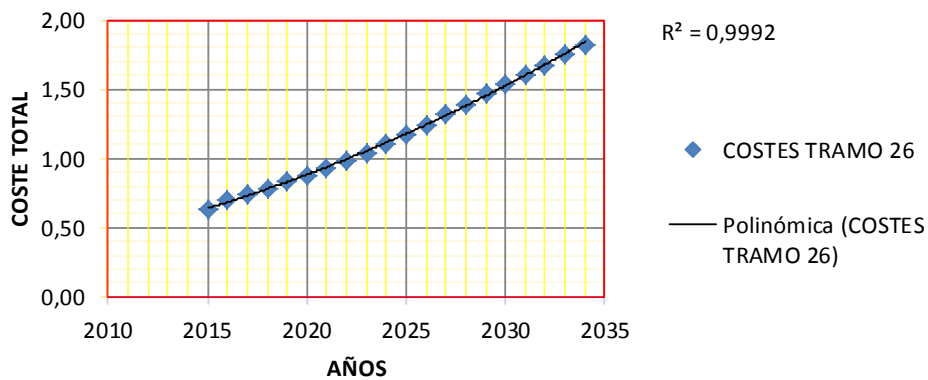
MEDIA	x	█	0,50	
DESVIACION	s	█	0,17	
RANGO	$S - X + S$			(0,33 - 0,66)

COSTES POR TRAMO**alternativa 2-3-4**

Año	26,00	16,00
	Coste Total	Coste Total
2015	0,63	0,26
2016	0,70	0,29
2017	0,74	0,31
2018	0,78	0,32
2019	0,83	0,34
2020	0,88	0,36
2021	0,93	0,39
2022	0,98	0,41
2023	1,04	0,43
2024	1,10	0,46
2025	1,17	0,49
2026	1,24	0,52
2027	1,31	0,55
2028	1,39	0,58
2029	1,47	0,61
2030	1,54	0,65
2031	1,61	0,69
2032	1,68	0,73
2033	1,75	0,77
2034	1,82	0,81
Coste total para el tramo:	23,62	9,96

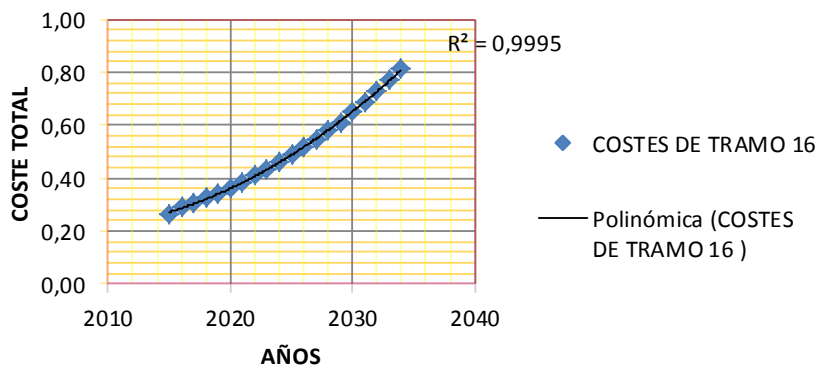
PRUEBA DE CONSISTENCIA COSTES DE TRAMO ALT .2-3-4

COSTES TRAMO 26



MEDIA	x	1,18	$\left(0,81 - 1,56 \right)$
DESVIACION	s	0,38	
RANGO	$S - X + S$		

COSTES DE TRAMO 16



MEDIA	x	0,50	$\left(0,33 - 0,67 \right)$
DESVIACION	s	0,17	
RANGO	$S - X + S$		

Rango de valores a la variabilidad de la información

Los rangos de valores para análisis de la sensibilidad se han elegido con criterio de ocurrencia, con valores racionalmente adoptados entre los que podría variar como datos de entrada, se tomó de rangos entre el valor actual dos valores por abajo y dos valores por encima pensando que dé un espectro del comportamiento de IRI, Numero de Baches o Volumen de tráfico.

IMD: 56	IMD: 46	IMD: 36	IMD:26	IMD: 16
----------------	----------------	----------------	---------------	----------------

IMD: Se hizo variar estos volúmenes de 10 en 10 porque en palos blancos -isiri por el momento tiene un volumen de tráfico de 36 vehículos día, no va cambiar sustancialmente porque ese proyecto ya tenido generado e inducido, podría variar hasta 46 o 56 el volumen actual, para eso se hizo variar -20 y +20, en menos 20 es menos probable, por que el volumen no va bajar más bien tiende a subir, pero para fines de hacer variar el programa se ha tomado dos valores bajos.

IRI :10	IRI :8	IRI :5,2	IRI :3	IRI :2
----------------	---------------	-----------------	---------------	---------------

IRI: Es el índice de regularidad el defecto que tiene el pavimento a través de los años, en el iri de 5.2 es probable que en los años siguientes va ir deteriorando más y va tener un iri de 6 y 8 se hizo variar hasta donde sea posible hasta donde sea un valor coherente y abajo tampoco es coherente que mejore salvo que hagan un recapado, pero para fines de averiguar cuanto es la incidencia entre mas y menos en el programa se definió valores por debajo y por encima , no son tan reales para la ocurrencia real en el pavimento, pero si es importante en la correlación en el programa.

44	34	24	14	4
N° de	N° de	N° de	N° de	N° de
baches	baches	baches	baches	baches

NUMERO DE BACHES: El número de bache actual medido en el sedeca es 24, a través del tiempo va seguir apareciendo más baches, estos tramos son todavía nuevos, se ha proyectado en más y menos para saber la sensibilidad que va tener. Estos no vienen de una medición, no vienen de fórmula, vienen de un criterio racional de posible ocurrencia. Se quiere dar un poco más de probabilidad al estudio con más rango, pero no es que tenga la exactitud que va tener los valores en más y en menos, se tenía que elegir valores de posible ocurrencia para hacer correr al HDM IV.

ANÁLISIS DE LOS DATOS CRUDOS

AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI

DIA: **DOMINGO**

SENTIDO: **PALOS BLANCOS ==> ISIRI**

HOJA N°: **1**

FECHA: **04/01/2015**

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
7 - 8	4	1					2					7
8 - 9	2	2										4
9 - 10	6	2							1			9
10 - 11	6	2										8
11 - 12	4	2						1				7
12 - 13	4	4					2					10
13 - 14	3	2					1	2				8
14 - 15	2	2					1			1		6
15 - 16	4	2					1					7
16 - 17	4	5					2			2		13
17 - 18	5	3					3					11
18 - 19	2	2										4
19 - 20	3	3					1					7
20 - 21	2	4					2					8
21 - 22	2	3		1	1		1	1				9
22 - 23	2	2								1		5
23 - 24	1	1						1				3
24 - 1	1				2			3	1			7
1 - 2	2	3					1	1				7
2 - 3												0
3 - 4		1										1
4 - 5	1						1					2
5 - 6	2	1						1				4
6 - 7	2	1						1		1		5
TOTAL	64	48	0	1	3	2	16	11	7	0		152
%	42,1%	31,6%	0,0%	0,7%	2,0%	1,3%	10,5%	7,2%	4,6%	0,0%		100,0%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
 AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	 CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	 MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	 MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	 BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	 BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS Ó MÁS)	 CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	 CAMIONES GRANDES DOS EJES	 CAMIONES GRANDES TRES EJES	 CAMIONES SEMIREMOLQUE	 OTROS VEHICULOS

**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**

DIA: DOMINGO

SENTIDO: ISIRI ==> PALOS BLANCOS

HOJA N°: 1

FECHA: 04/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
7 - 8	2	1					1				4
8 - 9	1	2					4				7
9 - 10	1	1					1				3
10 - 11	4	6					1	2	2		15
11 - 12	2	2									4
12 - 13	1						1	2			4
13 - 14	1	2					1	1			5
14 - 15	2	3								1	6
15 - 16	5	4								2	11
16 - 17	4	4									8
17 - 18	6	7					1				14
18 - 19	2	2					1	1			6
19 - 20	2	1					2				5
20 - 21	1	2					1				4
21 - 22	3	2		1	1						7
22 - 23	1	1			1					1	4
23 - 24	1	2						1			4
24 - 1	3					1					4
1 - 2											0
2 - 3	2										2
3 - 4		1									1
4 - 5	5										5
5 - 6	1	1					1				3
6 - 7	1	3						1			5
TOTAL	51	47	0	1	2	1	15	8	6	0	131
%	38,93%	35,88%	0,00%	0,76%	1,53%	0,76%	11,45%	6,11%	4,58%	0,00%	100,00%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
 										 
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES	CAMIONES SEMIREMOLQUE	OTROS VEHICULOS

**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**













DIA: LUNES

SENTIDO: PALOS BLANCOS ==> ISIRI

HOJA N°: 2

FECHA: 05/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	3							1			4
8 - 9	4	1						1			6
9 - 10	4	3									7
10 - 11	3	3				2					8
11 - 12	8	4					1				13
12 - 13	2	3					3				8
13 - 14	3	2				1	1				7
14 - 15	2	1					2		1		6
15 - 16	2	2				1	1		1		7
16 - 17	5	2									7
17 - 18	2	2						1			5
18 - 19	4	4				1		1			10
19 - 20	3					1		1			5
20 - 21	1	2					2				5
21 - 22	1	2			1		1	1			6
22 - 23	2	2			1	1	1	1			8
23 - 24	1	1						1			3
24 - 1	2	1			2						5
1 - 2	1	1						1			3
2 - 3								1	1		2
3 - 4	2	1									3
4 - 5		2				1		1			4
5 - 6	1	2									3
6 - 7	3								1		4
TOTAL	59	41	0	0	4	8	13	10	4	0	139
%	42,45%	29,50%	0,00%	0,00%	2,88%	5,76%	9,35%	7,19%	2,88%	0,00%	100,00%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros
 									 
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES SEMIREMOLQUE	OTROS VEHICULOS



**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**

DIA: LUNES

SENTIDO: ISIRI ==> PALOS BLANCOS

HOJA N°: 2

FECHA: 05/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
7 - 8		3				1					4
8 - 9		2					1				3
9 - 10	4	3									7
10 - 11	1	3					1	1			6
11 - 12	2	2					1				5
12 - 13	4	3				1					8
13 - 14	3	1						1			5
14 - 15	1	4					1				6
15 - 16	2	1									3
16 - 17	1	2									3
17 - 18	2	4									6
18 - 19	2										2
19 - 20	2						1				3
20 - 21		2									2
21 - 22	4	3		1	2						10
22 - 23	3	1				1			2		7
23 - 24	2	1						1			4
24 - 1	1	1									2
1 - 2								1			1
2 - 3	1	1									2
3 - 4		1									1
4 - 5	2					1					3
5 - 6	1	2									3
6 - 7	2	1									3
TOTAL	40	41	0	1	2	4	5	4	2	0	99
%	40,40%	41,41%	0,00%	1,01%	2,02%	4,04%	5,05%	4,04%	2,02%	0,00%	100,00%
	Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Mínimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Mínimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
	 AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	 CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	 MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	 MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	 BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	 BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS Ó MÁS)	 CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	 CAMIONES GRANDES DOS EJES	 CAMIONES GRANDES TRES EJES	 CAMIONES SEMIREMOLQUE	 OTROS VEHICULOS












**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**

DIA: MARTES

SENTIDO: PALOS BLANCOS ==> ISIRI

HOJA N°: 3

FECHA: 06/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	2	1					1				4
8 - 9	2	2						1			5
9 - 10	1						3				4
10 - 11		1		1							2
11 - 12	2	1									3
12 - 13	2	2									4
13 - 14	3	2									5
14 - 15	2	2			1		1		1		7
15 - 16	2	2				1	1		1		7
16 - 17	4	3						1			8
17 - 18	1	1					1				3
18 - 19	1	2					1	1			5
19 - 20	2	2					1	2			7
20 - 21	1	3					1		1		6
21 - 22	2	1			2			2			7
22 - 23		2		1				2			5
23 - 24		3									3
24 - 1	1				2						3
1 - 2	1	3					1				4
2 - 3	3					1					4
3 - 4							1				1
4 - 5	1					2	1				4
5 - 6	2	2				1					5
6 - 7	1	1						1			3
TOTAL	36	36	0	2	5	5	12	10	3	0	109
%	33,0%	33,0%	0,0%	1,8%	4,6%	4,6%	11,0%	9,2%	2,8%	0,0%	100,0%
	Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tamdem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
	 AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	 CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	 MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	 MICROBUSES (16 A 21 ASIENTOS)	 BUSES MEDIANOS (22 A 35 ASIENTOS)	 BUSES GRANDES (36 ASIENTOS O MÁS)	 CAMIONES MEDIANOS (HASTA 10 TON)	 CAMIONES GRANDES DOS EJES	 CAMIONES GRANDES TRES EJES	 CAMIONES SEMIREMOLQUE	 OTROS VEHICULOS



**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**

DIA: MARTES

SENTIDO: ISIRI ==> PALOS BLANCOS

HOJA N°: 3

FECHA: 06/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	1	2				1		1			5
8 - 9	1	1						2			4
9 - 10	3	2					1				6
10 - 11	1	4					1	2		1	9
11 - 12	1	2				1	1	1			6
12 - 13	2	2					3				7
13 - 14	3	1						1			5
14 - 15	1	4					1				6
15 - 16	1	1									2
16 - 17	4	5									9
17 - 18	1	6						1			8
18 - 19	3	1					1		1		6
19 - 20	1	2						2			5
20 - 21	1	1					2		1		5
21 - 22	2	1		2	1			1	1		8
22 - 23	3	2			1						6
23 - 24	2	1									3
24 - 1	2					1					3
1 - 2	3	1				1					5
2 - 3											0
3 - 4							1				1
4 - 5	3					1	1	1			6
5 - 6	2	2									4
6 - 7	1	2				1				1	5
TOTAL	42	43	0	2	2	6	12	12	3	2	124
%	33,9%	34,7%	0,0%	1,6%	1,6%	4,8%	9,7%	9,7%	2,4%	1,6%	100,0%
	Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
	 AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	 CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	 MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	 MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	 BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	 BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MAS)	 CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	 CAMIONES GRANDES DOS EJES	 CAMIONES GRANDES TRES EJES	 CAMIONES SEMIREMOLQUE	 OTROS VEHICULOS

TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI

DIA: MIERCOLES

SENTIDO: PALOS BLANCOS ==> ISIRI

HOJA N°: 4

FECHA: 07/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	1	2				1					4
8 - 9	1	1						1			3
9 - 10	3	2				2					7
10 - 11	1	2									3
11 - 12	2	1				1	1				5
12 - 13	3	1						1		1	6
13 - 14	2	1							1		4
14 - 15	2	3		1		1		1			8
15 - 16					1	1		1			3
16 - 17	2	1					1				4
17 - 18	1	3				1					5
18 - 19	2					1		1			4
19 - 20	1	2				2	1				6
20 - 21		2					1	1			4
21 - 22	2	5			2		1		1		11
22 - 23	3	2						1			6
23 - 24	2	1			1			1			5
24 - 1	1	3			1		1				6
1 - 2	1	2				1	2	2			8
2 - 3						1					1
3 - 4	1						1				2
4 - 5	1	2				2	1				6
5 - 6	3	1					1				5
6 - 7	3	2				1	1				7
TOTAL	38	39	0	1	5	15	12	10	2	1	123
%	30,89%	31,71%	0,00%	0,81%	4,07%	12,20%	9,76%	8,13%	1,63%	0,81%	100,00%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros
									
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES	SEMIREMOLQUE OTROS VEHICULOS

**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**











DIA: MIERCOLES

SENTIDO: ISIRI ==> PALOS BLANCOS

HOJA N°: 4

FECHA: 07/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	2	1				1		1			5
8 - 9	1	2									3
9 - 10	2	1						2			5
10 - 11	3	1					2				6
11 - 12	1	2					1				4
12 - 13	1	3				1				1	6
13 - 14	2	2					1				5
14 - 15	2	3						1			6
15 - 16	2	1				1					4
16 - 17	3	2									5
17 - 18	2	4							1		7
18 - 19	3	1									4
19 - 20	2	2					1				5
20 - 21	1	3									4
21 - 22	1	2		1	2						6
22 - 23	3						1				4
23 - 24	4	1					1	1			7
24 - 1	1	3					1	3			8
1 - 2		1								1	2
2 - 3		1					2				3
3 - 4	1	3						1			5
4 - 5		1								1	2
5 - 6	2	2				1		1			6
6 - 7	2	3						1	1		7
TOTAL	41	45	0	1	2	4	10	12	4	0	119
%	34,5%	37,8%	0,0%	0,8%	1,7%	3,4%	8,4%	10,1%	3,4%	0,0%	100,0%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
										
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES	CAMIONES SEMIREMOLQUE	OTROS VEHICULOS

**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**














DIA: JUEVES

SENTIDO: PALOS BLANCOS ==> ISIRI

HOJA N°: 5

FECHA: 08/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	2	1				1				1	5
8 - 9	3	2					1				6
9 - 10	2	3						2	1		8
10 - 11	2	1		2							5
11 - 12	6	5									11
12 - 13	1	2					1				4
13 - 14	2	3						1			6
14 - 15	1	1			1		2				5
15 - 16	1	3				1		1			6
16 - 17	3	4							1		8
17 - 18	1	3						1			5
18 - 19	3	2					2	1			8
19 - 20	2	1					1	2			6
20 - 21	1	2				1		1			5
21 - 22	2	1			1			1	1		6
22 - 23	2			1			1	1			5
23 - 24	3	1					1	1			6
24 - 1		1			2	1					4
1 - 2		1					1	1			3
2 - 3	1										1
3 - 4		2									2
4 - 5	1					1			1		3
5 - 6	1	2						2			5
6 - 7	4	2									6
TOTAL	44	43	0	3	4	5	10	15	4	1	129
%	34,1%	33,3%	0,0%	2,3%	3,1%	3,9%	7,8%	11,6%	3,1%	0,8%	100,0%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
 										 
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES	CAMIONES SEMIREMOLQUE	OTROS VEHICULOS


**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**

DIA: JUEVES

SENTIDO: ISIRI ==> PALOS BLANCOS

HOJA N°: 5

FECHA: 08/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	1	1					2	1			5
8 - 9	2	1				2				1	6
9 - 10	2	4						1			7
10 - 11	1	3				1		1			6
11 - 12	2	4					1				7
12 - 13	2	3					1	2			8
13 - 14	1	3							1		5
14 - 15	2	2				1		1			6
15 - 16	1	1							1		3
16 - 17	3	1									4
17 - 18	2	2					1	1			6
18 - 19	2	1				1			1		5
19 - 20	1	3									4
20 - 21	2						1		2		5
21 - 22	3	2			2				1		8
22 - 23		2				1		2			5
23 - 24	1	1							1		3
24 - 1	1	1									2
1 - 2								2	1		3
2 - 3						1					1
3 - 4		1					2	1			4
4 - 5	2	3									5
5 - 6	1								1		2
6 - 7		2						3			5
TOTAL	32	41	0	0	2	7	8	15	9	1	115
%	27,8%	35,7%	0,0%	0,0%	1,7%	6,1%	7,0%	13,0%	7,8%	0,9%	100,0%
	Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
	 AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	 CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	 MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	 MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	 BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	 BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MAS)	 CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	 CAMIONES GRANDES DOS EJES	 CAMIONES GRANDES TRES EJES	 CAMIONES SEMIREMOLQUE	 OTROS VEHICULOS

**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**




DIA: VIERNES

SENTIDO: PALOS BLANCOS ==> ISIRI

HOJA N°: 6

FECHA: 09/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
7 - 8	2	3									5
8 - 9	1	1				1		1			4
9 - 10	2	1									3
10 - 11	4	3					1			1	9
11 - 12	1	3				1		1			6
12 - 13	3	1					2			1	7
13 - 14	2	3						1			6
14 - 15	4	1				1		1			7
15 - 16	1	3						1			5
16 - 17	3	2				1					6
17 - 18	2	2					1				5
18 - 19	1	2				1					4
19 - 20	3	3					1				7
20 - 21	2	1				1		1			5
21 - 22	3	2			2					1	8
22 - 23	2	1									3
23 - 24	4	3				1					8
24 - 1	2	1			2		1	1			7
1 - 2	1	1				1		1			4
2 - 3	1	2									3
3 - 4	2	2				1					5
4 - 5		1					1	1			3
5 - 6	2	3									5
6 - 7	4	2					2	1		1	10
TOTAL	52	47	0	0	4	9	9	10	4	0	135
%	38,5%	34,8%	0,0%	0,0%	3,0%	6,7%	6,7%	7,4%	3,0%	0,0%	100,0%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
 									 	
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES	CAMIONES SEMIREMOLQUE	OTROS VEHICULOS










**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**

DIA: VIERNES

SENTIDO: ISIRI ==> PALOS BLANCOS

HOJA N°: 6

FECHA: 09/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	3	1						1			5
8 - 9	1	2				1					4
9 - 10	2	4					1				7
10 - 11	3	2							1		6
11 - 12	2	1				1					4
12 - 13	2	2				1	1				6
13 - 14	1	3						1			5
14 - 15	4	2						1			7
15 - 16	2	2									4
16 - 17	2	3							1		6
17 - 18	1	5				1					7
18 - 19	2	1						1			4
19 - 20	3	1					1				5
20 - 21	1	1							1		3
21 - 22	1	2		1	1						5
22 - 23	2	3			1						6
23 - 24		1					1	1			3
24 - 1	1	1						1			3
1 - 2		1					1				2
2 - 3	1	2									3
3 - 4											0
4 - 5								1			1
5 - 6								2			2
6 - 7		1						2			3
TOTAL	34	41	0	1	2	5	4	11	3	0	101
%	33,7%	40,6%	0,0%	1,0%	2,0%	5,0%	4,0%	10,9%	3,0%	0,0%	100,0%
	Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
	 AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	 CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	 MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	 MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	 BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	 BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MAS)	 CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	 CAMIONES GRANDES DOS EJES	 CAMIONES GRANDES TRES EJES	 CAMIONES SEMIREMOLQUE	 OTROS VEHICULOS

**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**














DIA: SABADO

SENTIDO: PALOS BLANCOS ==> ISIRI

HOJA N°: 7

FECHA: 10/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES			OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7 - 8	5	2						1			8
8 - 9	1	3									4
9 - 10	4	2					1		1		8
10 - 11	3	4									7
11 - 12	4	1						1			6
12 - 13	2	4					1	1			8
13 - 14	2	1				1		1			5
14 - 15	3	1				1		1	1		7
15 - 16	7	5					2				14
16 - 17	4	1					3	2			10
17 - 18	3	2					2	1			8
18 - 19	3	1							1		5
19 - 20	2	4						1			7
20 - 21	3	3				1		2			9
21 - 22	3	2		1	1	1	1	1			10
22 - 23	1	3				2			1		7
23 - 24	1	2							1		4
24 - 1	2	1			2		2	1			8
1 - 2	2	2					1		1		6
2 - 3	1	2									3
3 - 4		2									2
4 - 5		1				1			1		3
5 - 6	1	2						1	1		5
6 - 7	1	3						2	1		7
TOTAL	58	54	0	1	3	7	13	16	9	0	161
%	36,0%	33,5%	0,0%	0,6%	1,9%	4,3%	8,1%	9,9%	5,6%	0,0%	100,0%

Automoviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rigido	Grandes Ejes Tandem Minimo 10 ruedas Rigido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Minimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
 										 
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS O MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES	CAMIONES SEMIREMOLQUE	OTROS VEHICULOS

**AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL
TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS -ISIRI**













DIA: SABADO

SENTIDO: ISIRI ==> PALOS BLANCOS

HOJA N°: 7

FECHA: 10/01/2015

HORA	LIVIANOS		BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
7 - 8	1	2				1		1				5
8 - 9	2	1						2	2			7
9 - 10		1				1			1			3
10 - 11	3	5						1	2	2		13
11 - 12	3	1							1			5
12 - 13	2	1						1	2			6
13 - 14	2	3				1				1		7
14 - 15	1	2				1			1			5
15 - 16	3	1										4
16 - 17	4	2						2				8
17 - 18	2	1						1	1			5
18 - 19	1	3						1		1		6
19 - 20	3	1							1			5
20 - 21	2	2							2			6
21 - 22	1	3		1	2					1		8
22 - 23	1	2							1			4
23 - 24	3	1						1				5
24 - 1	2	1					1					4
1 - 2	1	1										2
2 - 3	2								1			3
3 - 4	2	1										3
4 - 5	3									1		4
5 - 6	1	2						1	1			5
6 - 7	2	4						1				7
TOTAL	47	41	0	1	2	6	10	17	6	0	130	
%	36,2%	31,5%	0,0%	0,8%	1,5%	4,6%	7,7%	13,1%	4,6%	0,0%	100,0%	

Automóviles Vagonetas Jeeps	Camionetas Minibuses	Microbuses hasta 21 pasajeros	Medianos 22 a 36 pasajeros	Grandes mayor a 36 pasajeros	Pequeños Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rígido	Medianos Ejes Simples Maximo 6 ruedas Rígido	Grandes Ejes Tandem Mínimo 10 ruedas Rígido o Articulado	Pesados Ejes Tridem Mínimo 12 ruedas Articulado	Maquinaria pesada Cosechadores Tractores y otros	
 									 	
AUTOMOVILES VAGONETAS Y JEEP	CAMIONETAS (HASTA 2 TON)	MINIBUSES (7 A 15 ASIENTOS)	MICROBUSES DOS EJES (16 A 21 ASIENTOS)	BUSES MEDIANOS DOS EJES (22 A 35 ASIENTOS)	BUSES GRANDES TRES EJES (36 ASIENTOS Ó MÁS)	CAMIONES MEDIANOS DOS EJES (HASTA 10 TON)	CAMIONES GRANDES DOS EJES	CAMIONES GRANDES TRES EJES	CAMIONES SEMIREMOLQUE	OTROS VEHICULOS

AFORO VOLUMETRICO DEL TRANSITO ACTUAL

TRAMO VIAL: PALOS BLANCOS - ISIRI

RESUMEN DEL FLUJO VEHICULAR POR DIA

DIA	PALOS BLANCOS - ISIRI		
	PB => IS	IS => PB	TOTAL
1	152	131	283
2	139	99	238
3	109	124	233
4	123	119	242
5	129	115	244
6	135	101	236
7	161	130	291
PROMEDIO	135	117	252
%	53,7%	46,3%	100,0%
MEDIA			252
MAXIMO			39
MINIMO			19

TPD

Nota: El sentido del flujo vehicular se expresa de la siguiente manera:

PB => IS : PALOS BLANCOS ==> ISIRI (direccion a Villamontes)

IS => PB : ISIRI ==> PALOS BLANCOS (direccion a Tarija)

Para este análisis se tomó dos veces el máximo y dos veces el mínimo para saber la variación de sensibilidad que presentara en los resultados finales del Statgraphics.

TRAFICO PROMEDIO DIARIO

**todas las
alternativas**

38

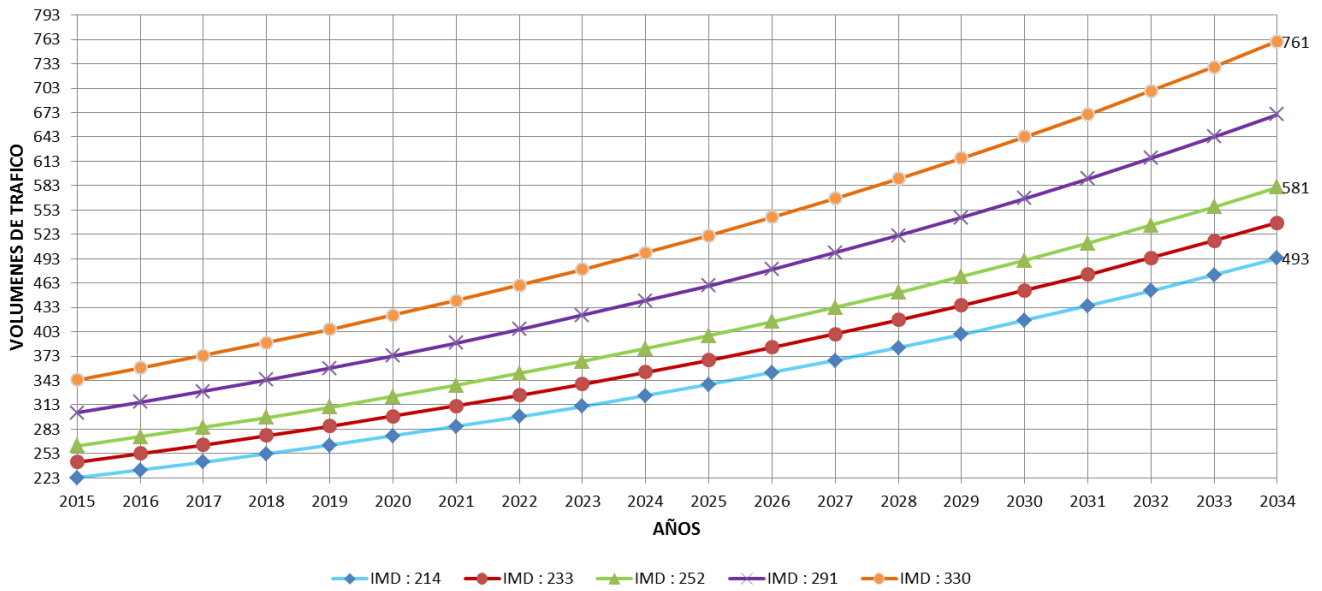
19

39

78

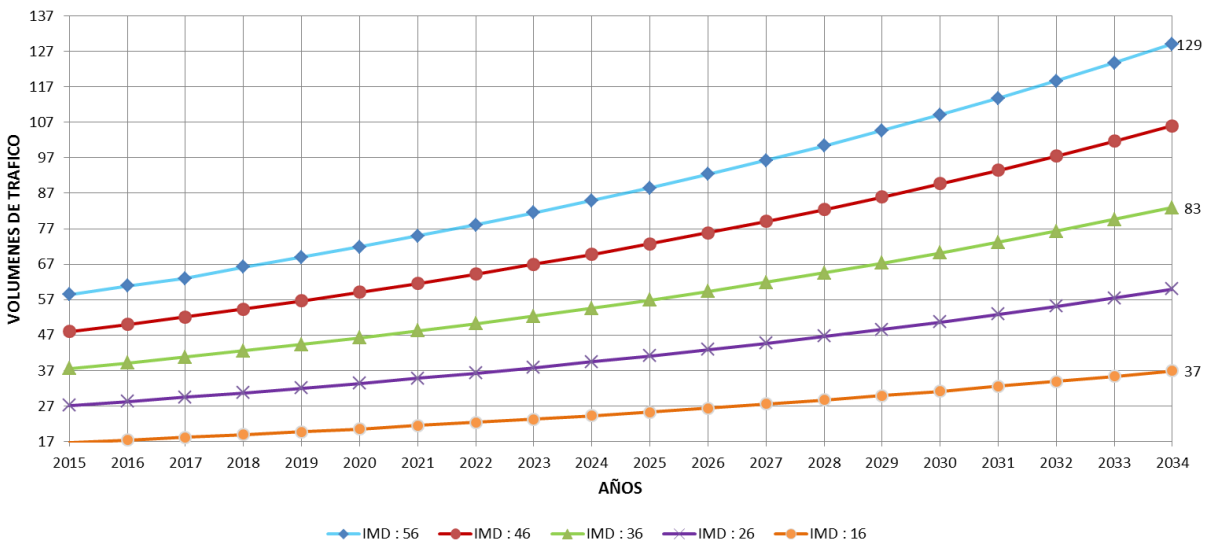
Año	IMD:214	IMD:233	IMD:252	IMD:291	IMD:330
	Total	Total	Total	Total	Total
2015	223	243	263	303	344
2016	233	253	274	316	359
2017	242	264	285	330	374
2018	253	275	298	344	390
2019	263	287	310	358	406
2020	275	299	323	373	423
2021	286	312	337	389	441
2022	298	325	351	406	460
2023	311	339	366	423	480
2024	324	353	382	441	500
2025	338	368	398	460	522
2026	353	384	415	480	544
2027	368	400	433	500	567
2028	383	418	452	522	591
2029	400	435	471	544	617
2030	417	454	491	567	643
2031	435	473	512	591	671
2032	454	494	534	617	699
2033	473	515	557	643	729
2034	493	537	581	671	761
Total	6.823	7.429	8.034	9.278	10.521

CURVAS DEL TRAFICO PROMEDIO DIARIO DE 252



Analizando los valores extremos para el año 2034 se puede visualizar que existe una variación vehicular de 180 vehículos respecto al máximo con relación a la media y 88 vehículos respecto al mínimo con relación a la media. Para el año 2015 analizando la variación vehicular entre el máximo y la media es de 81 vehículos y respecto al mínimo con relación a la media 40 vehículos esto se debe a los rangos establecidos que a mayor tráfico vehicular mayor son los valores del HDM-4.

CURVAS DEL TRAFICO PROMEDIO DIARIO DE 36



Analizando los resultados del HDM-4 para el TPD de 36 vehículos los valores extremos para el año 2034 se puede visualizar que existe una variación vehicular de 46 vehículos respecto al máximo con relación a la media y el mismo valor para el mínimo. Para el año 2015 analizando la variación vehicular entre el máximo y la media es de 21 vehículos y lo mismo respecto al mínimo con relación a la media, esto se debe a los rangos establecidos son menores al TPD de 252 y comparando se puede ver depende de la certeza del valor del tráfico puede hacer variar en la corrida de los resultados del HDM-4.

BERMEJO-SAN ANTONIO

Para los cuatro resultados obtenidos del HDM-4 que son Volumen de Tráfico, Índice de Regularidad, Número de Baches y Costo del tramo se analizó la sensibilidad del **volumen del tráfico** Bermejo-San Antonio considerando:

- un incremento en la intensidad media diaria de 100 vehículos
- una reducción en la intensidad media diaria de 50 vehículos
- un incremento en la intensidad media diaria de 50 vehículos
- una disminución de intensidad media diaria de 100 vehículos

Se analizó la sensibilidad para el **Índice de Regularidad** considerando:

- un incremento máximo al IRI de 7 (m/km)
- una reducción en el IRI de 2.6 (m/km)
- un incremento en el IRI de 5 (m/km)
- una disminución mínima al IRI de 2 (m/km)

Se analizó la sensibilidad para el **Número de Baches** considerando:

- un incremento al número de baches 10 (N°/Km)
- una reducción al número de baches 10 (N°/Km)
- un incremento al número de baches 5 (N°/Km)
- una disminución al número de baches 5 (N°/Km)

Para los **costes de tramo** se analizó la sensibilidad considerando el volumen de tráfico IMD ya que sus costos dependen de este parámetro

- un incremento en la intensidad media diaria de 100 vehículos
- una reducción en la intensidad media diaria de 50 vehículos
- un incremento en la intensidad media diaria de 50 vehículos
- una disminución de intensidad media diaria de 100 vehículos

**TRAFICO PROMEDIO
DIARIO**

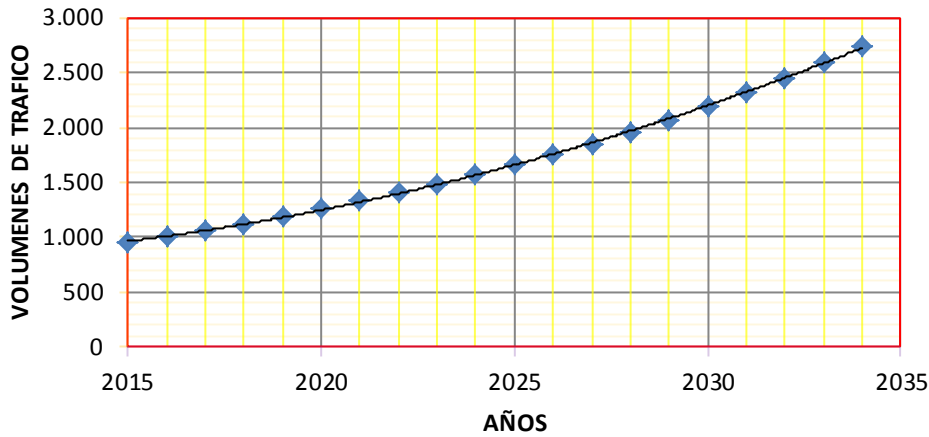
TODAS LAS ALTERNATIVAS

Año	IMD:900	IMD:850	IMD:800	IMD:750	IMD:700
	Total	Total	Total	Total	Total
2015	951	896	846	789	736
2016	1.006	947	894	834	778
2017	1.063	1.001	945	882	825
2018	1.124	1.059	999	934	871
2019	1.189	1.120	1.057	987	921
2020	1.257	1.184	1.117	1.045	976
2021	1.328	1.251	1.181	1.104	1.030
2022	1.404	1.322	1.248	1.168	1.088
2023	1.485	1.400	1.320	1.233	1.151
2024	1.570	1.480	1.395	1.306	1.218
2025	1.659	1.563	1.475	1.380	1.287
2026	1.754	1.652	1.559	1.459	1.361
2027	1.855	1.749	1.649	1.542	1.438
2028	1.961	1.849	1.743	1.632	1.522
2029	2.073	1.954	1.843	1.724	1.609
2030	2.192	2.066	1.948	1.824	1.700
2031	2.317	2.184	2.059	1.927	1.798
2032	2.449	2.310	2.177	2.039	1.900
2033	2.590	2.442	2.302	2.156	2.012
2034	2.738	2.581	2.434	2.279	2.125
Total	33.965	32.010	30.191	28.244	26.346

PRUEBA DE CONSISTENCIA TRAFICO PROMEDIO DIARIO BERMEJO-SAN ANTONIO

IMD:900

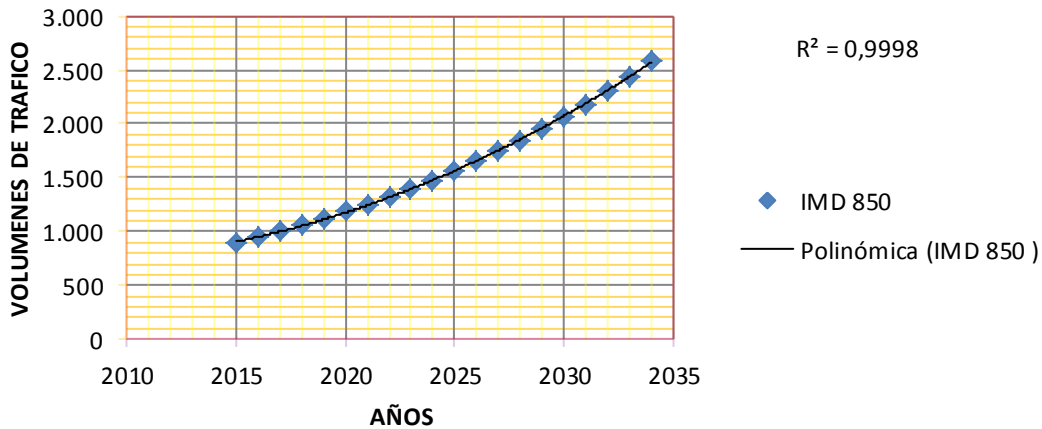
$R^2 = 0,9998$



MEDIA \bar{x} 1698,27
DESVIACION s 553,15
RANGO $S - X + S$ **1145,12 - 2251,41**

IMD 850

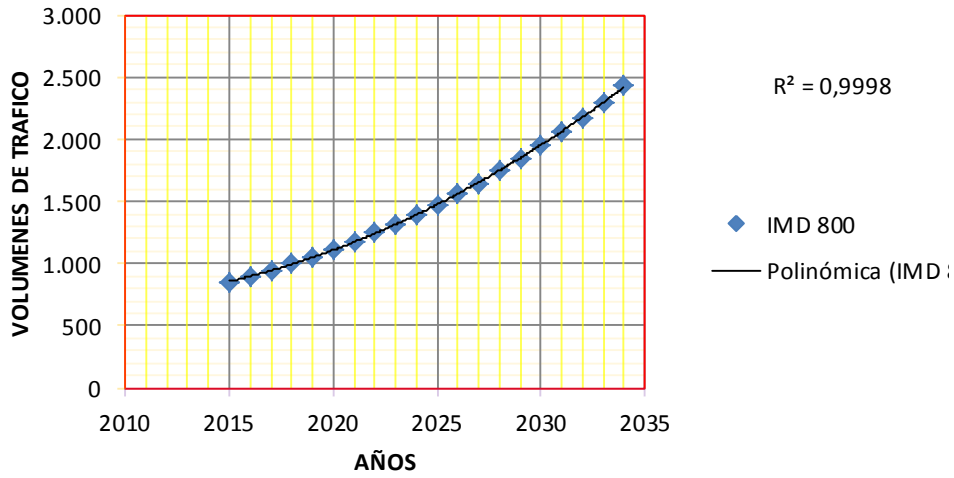
$R^2 = 0,9998$



MEDIA \bar{x} 1600,50
DESVIACION s 522,02
RANGO $S - X + S$ **1078,48 - 2122,52**

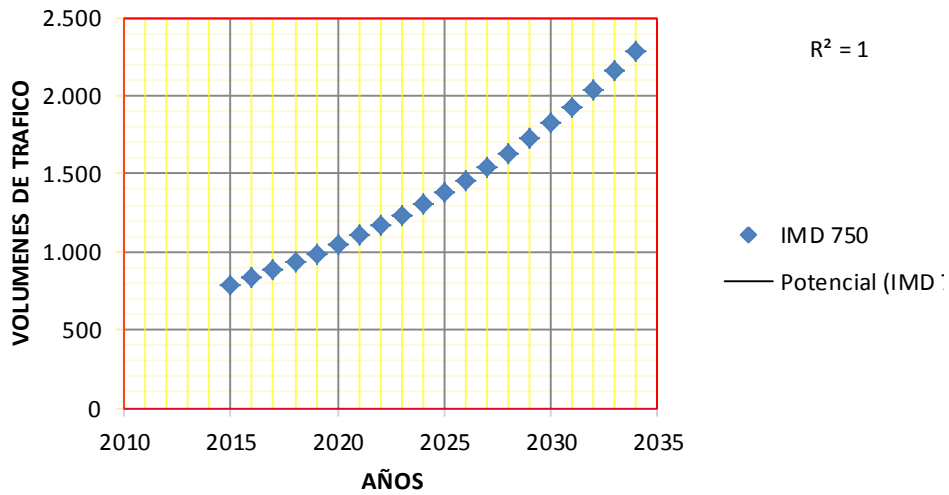


IMD 800



MEDIA \bar{x} 1509,57
 DESVIACION s 491,68
 RANGO $S - X + S$ **1017,89 - 2001,25**

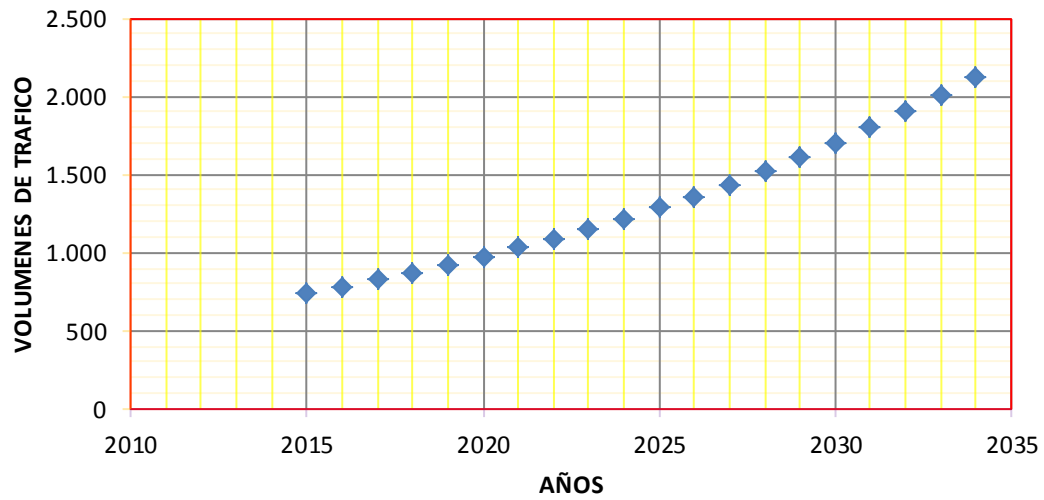
IMD 750



MEDIA \bar{x} 1412,20
 DESVIACION s 461,34
 RANGO $S - X + S$ **950,86 - 1873,54**

IMD 700

$R^2 = 1$



MEDIA \bar{x} 1317,30
DESVIACION s 429,99
RANGO $S - X + S$ **887,31 - 1747,29**

INDICE DE REGULARIDAD

Año	alternativa 1-2-3		alternativa 1	alternativa 1	alternativa 1
	IRI :7	IRI :5	IRI :3,6	IRI :2,6	IRI :2
	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km
2015	10,27	8,22	6,78	5,76	5,14
2016	11,07	8,96	7,49	6,43	5,80
2017	11,41	9,25	7,73	6,65	5,99
2018	12,28	10,07	8,51	7,39	6,72
2019	12,72	10,44	8,84	7,69	7,00
2020	13,70	11,36	6,76	6,00	5,54
2021	14,27	11,86	6,94	6,16	5,69
2022	15,41	12,93	7,12	6,32	5,84
2023	16,00	13,64	7,32	6,50	6,00
2024	16,00	14,96	7,53	6,69	6,18
2025	16,00	16,00	5,95	5,39	5,06
2026	16,00	16,00	6,11	5,53	5,19
2027	16,00	16,00	6,26	5,67	5,32
2028	16,00	16,00	6,42	5,82	5,46
2029	16,00	16,00	6,59	5,97	5,60
2030	16,00	16,00	5,33	4,92	4,67
2031	16,00	16,00	5,47	5,04	4,79
2032	16,00	16,00	5,61	5,17	4,91
2033	16,00	16,00	5,75	5,31	5,04
2034	16,00	16,00	5,90	5,44	5,17

INDICE DE REGULARIDAD

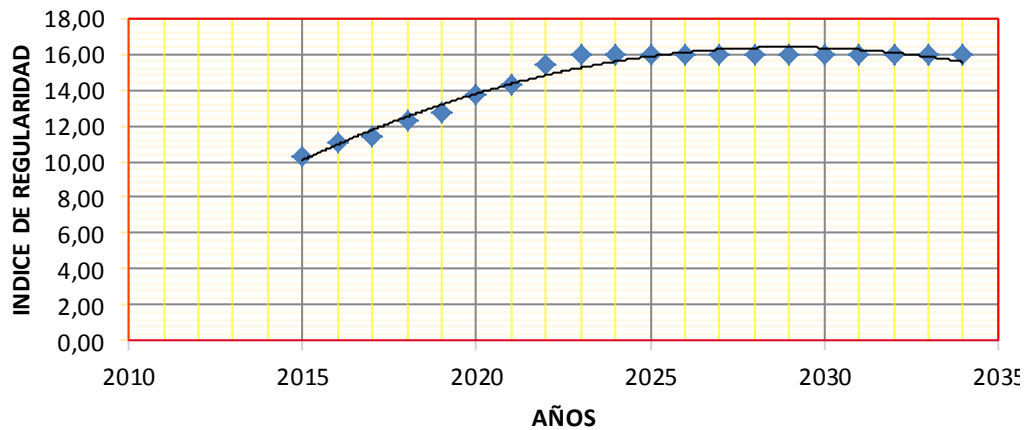
Año	alternativa 2-3	alternativa 2-3	alternativa 2-3
	IRI :3,6	IRI :2,6	IRI :2
	m/km	m/km	m/km
2015	6,78	5,76	5,14
2016	7,49	6,43	5,80
2017	7,73	6,65	5,99
2018	8,50	7,39	6,72
2019	8,83	7,69	7,00
2020	9,70	8,32	7,61
2021	10,15	8,59	7,87
2022	11,18	9,41	8,66
2023	11,82	9,80	9,03
2024	13,09	10,75	9,97
2025	14,05	10,92	10,12
2026	15,75	11,79	10,97
2027	16,00	12,26	11,42
2028	16,00	13,31	12,44
2029	16,00	14,01	13,13
2030	16,00	15,38	14,48
2031	16,00	16,00	15,61
2032	16,00	16,00	16,00
2033	16,00	16,00	16,00
2034	16,00	16,00	16,00

PRUEBA DE CONSISTENCIA

INDICE DE REGULARIDAD

IRI 7

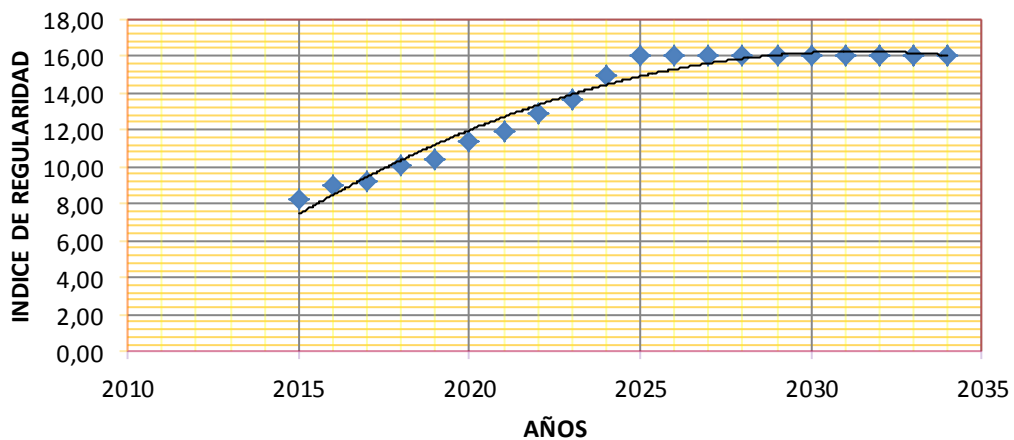
$R^2 = 0,9693$



MEDIA	\bar{x}	14,66	
DESVIACION	s	1,99	$\left(12,67 - 16,65 \right)$
RANGO	$S - X + S$		

IRI 5

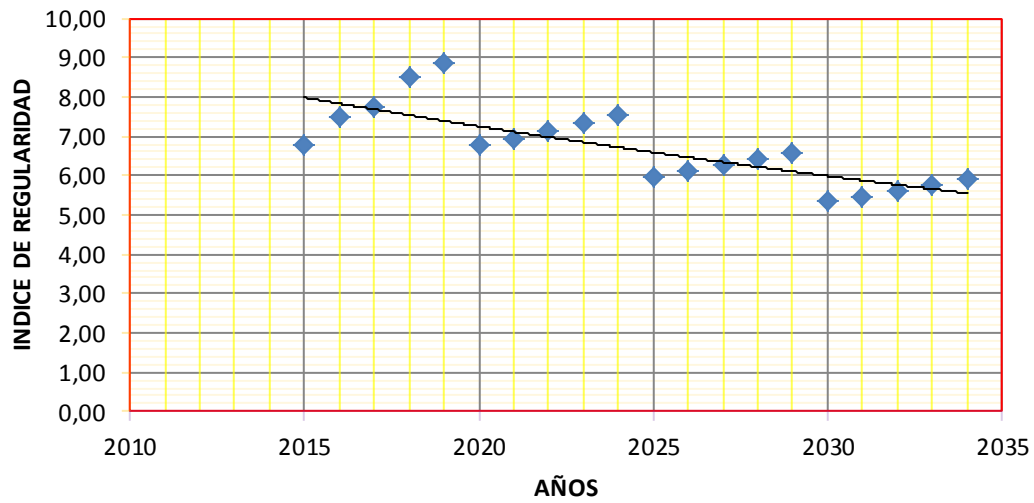
$R^2 = 0,9672$



MEDIA	\bar{x}	13,58	
DESVIACION	s	2,90	$\left(10,68 - 16,48 \right)$
RANGO	$S - X + S$		

IRI 3,6

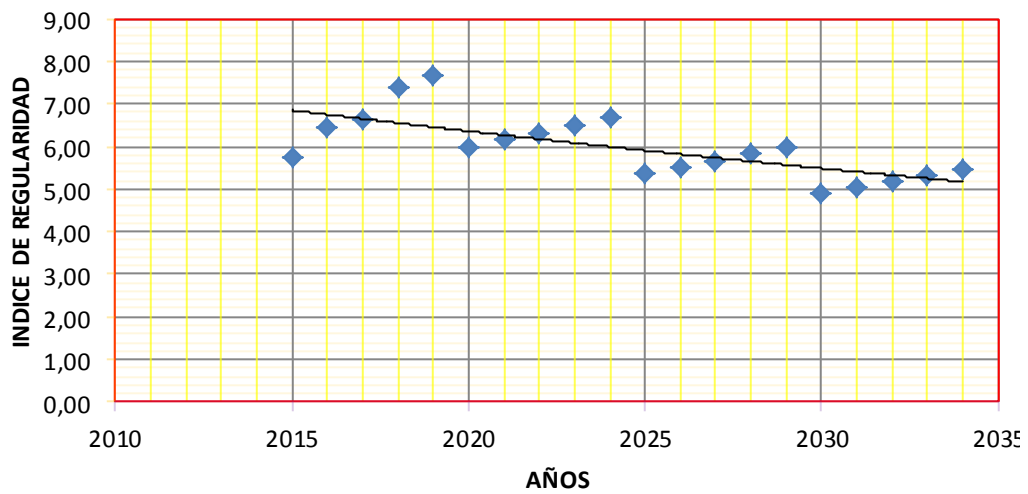
R² = 0,6299



MEDIA	\bar{x}	6,72
DESVIACION	s	0,98
RANGO	$S - X + S$	5,74 - 7,70

IRI 2,6

R² = 0,5183

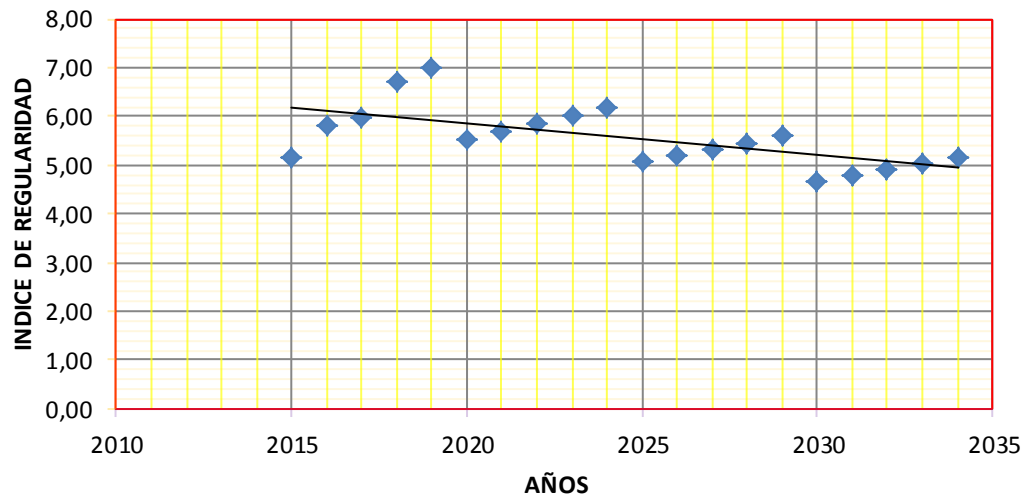


MEDIA	\bar{x}	5,99
DESVIACION	s	0,75
RANGO	$S - X + S$	5,25 - 6,74



IRI 2

$R^2 = 0,3907$



MEDIA	\bar{x}	5,56
DESVIACION	s	0,62
RANGO	$S - X + S$	4,94 - 6,17

NUMERO DE BACHES

	alternativa 1-2-3	alternativa 1-3	alternativa 1	alternativa 1	alternativa 1
Año	25	20	15	10	5
	N° de	N° de	N° de	N° de	N° de
	baches	baches	baches	baches	baches
2015	27,26	21,81	16,36	10,91	5,45
2016	62,25	56,28	50,31	44,34	38,37
2017	102,24	95,68	89,12	82,57	76,01
2018	148,16	140,92	133,69	126,45	119,22
2019	201,12	193,10	92,55	88,54	84,53
2020	262,50	253,58	0,00	0,00	0,00
2021	333,98	324,01	0,00	0,00	0,00
2022	417,67	406,46	0,00	0,00	0,00
2023	516,16	503,51	0,00	0,00	0,00
2024	632,75	618,37	0,00	0,00	0,00
2025	771,56	755,14	0,00	0,00	0,00
2026	937,85	918,98	0,00	0,00	0,00
2027	1.138,34	1.116,52	0,00	0,00	0,00
2028	1.381,71	1.356,30	0,00	0,00	0,00
2029	1.679,20	1.649,41	0,00	0,00	0,00
2030	2.045,53	2.010,34	0,00	0,00	0,00
2031	2.500,11	2.458,23	0,00	0,00	0,00
2032	3.068,74	3.018,48	0,00	0,00	0,00
2033	3.786,05	3.725,22	0,00	0,00	0,00
2034	4.698,87	4.624,59	0,00	0,00	0,00

NUMERO DE BACHES

	alternativa 2	alternativa 2	alternativa 2	alternativa 2
	20	15	10	5
Año	N° de	N° de	N° de	N° de
	baches	baches	baches	baches
2015	21,81	16,36	10,91	5,45
2016	56,28	50,31	44,34	38,37
2017	95,68	89,12	82,57	76,01
2018	140,92	133,69	126,45	119,22
2019	96,55	92,545	88,54	84,53
2020	38,69	38,69	38,69	38,69
2021	83,74	83,74	83,74	83,74
2022	136,49	136,49	136,49	136,49
2023	198,57	198,57	198,57	198,57
2024	272,05	272,05	136,03	136,03
2025	359,54	359,54	48,78	48,78
2026	464,34	464,34	107,22	107,22
2027	590,71	590,71	177,68	177,68
2028	744,10	744,1	263,21	263,21
2029	931,61	931,61	367,76	367,76
2030	1.162,50	1162,5	496,50	496,50
2031	1.449,01	1449,01	656,25	656,25
2032	1.807,41	1807,41	856,08	856,08
2033	2.259,51	2259,51	1.108,17	1.108,17
2034	2.834,84	2834,84	1.428,96	1.428,96

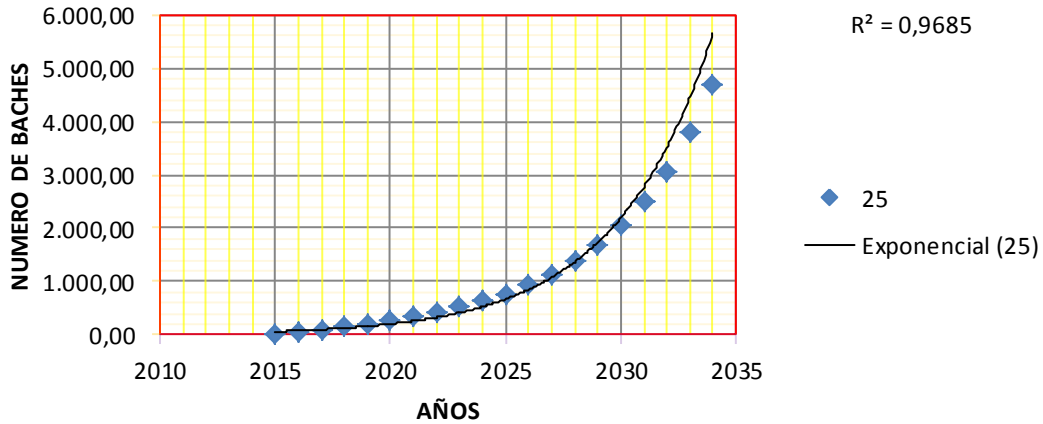
NUMERO DE BACHES

alternativa 3	alternativa 3	alternativa 3
15	10	5
N° de	N° de	N° de
baches	baches	baches
16,36	10,91	5,45
50,31	44,34	38,37
89,12	82,57	76,01
133,69	126,45	119,22
185,09	177,08	169,06
244,66	235,74	226,82
314,04	304,07	294,10
395,26	384,05	372,85
490,85	478,20	465,54
604,00	589,63	575,26
738,72	722,30	705,88
900,11	881,24	862,37
1.094,70	1.072,88	1.051,06
1.330,90	1.305,49	1.280,08
1.619,62	1.589,83	1.560,04
1.975,16	1.939,97	1.904,79
2.416,34	2.374,46	2.332,58
2.968,22	2.917,96	2.867,70
3.664,39	3.603,57	3.542,74
4.550,32	4.476,04	4.401,76

PRUEBA DE CONSISTENCIA

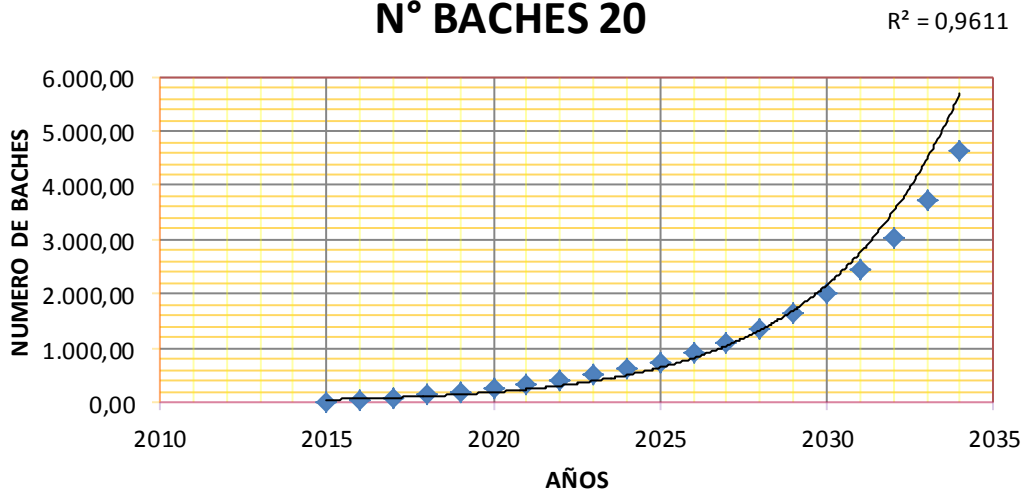
NUMERO DE BACHES

N° BACHES 25



MEDIA \bar{x} 1235,60
 DESVIACION s 1344,19
 RANGO $S - X + S$ **-108,58 - 2579,79**

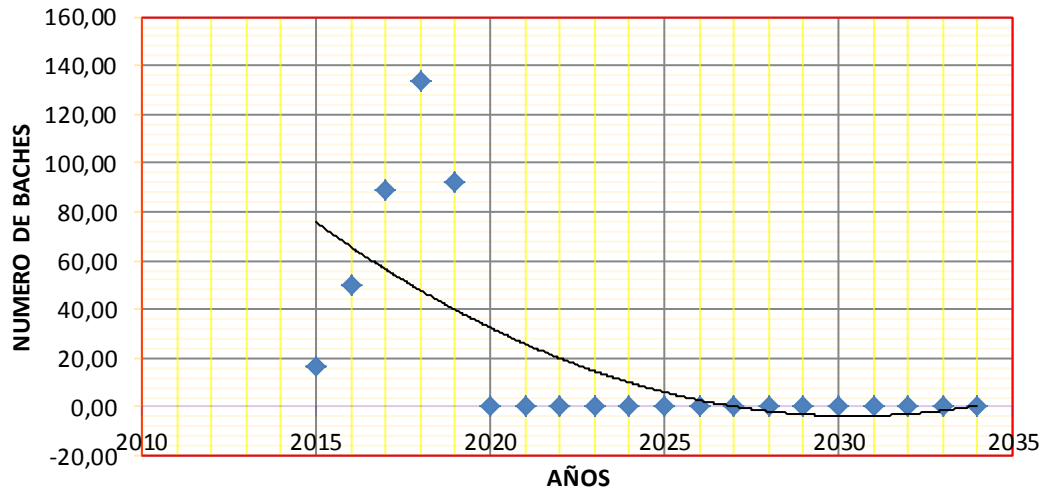
N° BACHES 20



MEDIA \bar{x} 1212,35
 DESVIACION s 1324,38
 RANGO $S - X + S$ **-112,04 - 2536,73**

N° BACHES 15

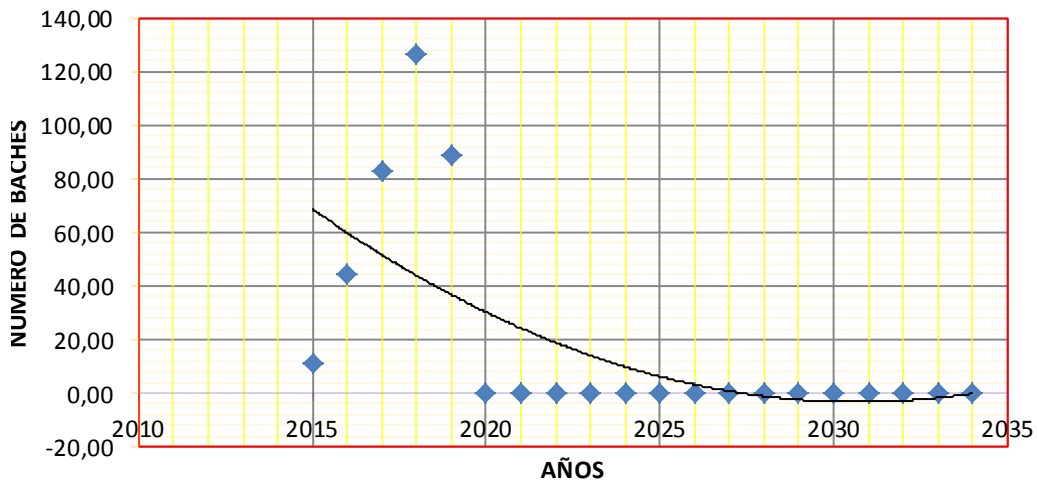
$R^2 = 0,4136$



MEDIA x 19,10
DESVIACION : 39,66
RANGO $S - X + S$ $\left(-20,56 - 58,76 \right)$

N° BACHES 10

$R^2 = 0,3855$

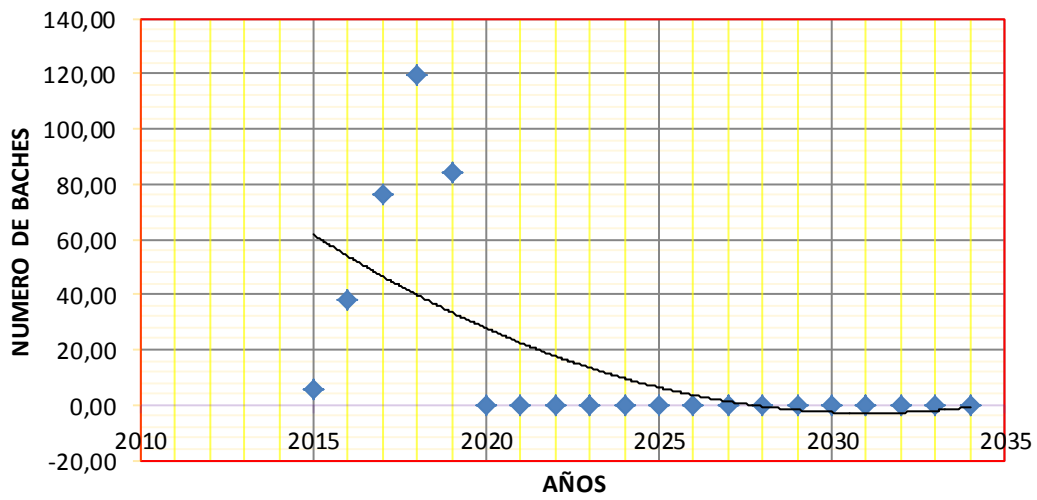


MEDIA x 17,64
DESVIACION : 37,35
RANGO $S - X + S$ $\left(-19,71 - 54,99 \right)$



N° BACHES 5

$R^2 = 0,3541$



MEDIA	x	16,18	
DESVIACION	s	35,10	
RANGO	$S - X + S$		$(-18,92 - 51,28)$

**COSTOS DE
TRAMO**

Año	Alternativa 1				
	IMD:900	IMD:850	IMD:800	IMD:750	IMD:700
	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total
2015	13,86	13,09	12,32	11,55	10,78
2016	15,90	15,02	14,13	13,25	12,36
2017	17,14	16,19	15,23	14,28	13,32
2018	18,51	17,47	16,44	15,40	14,37
2019	23,32	22,19	21,06	19,94	18,82
2020	18,63	17,59	16,54	15,50	14,46
2021	20,78	19,61	18,45	17,28	16,12
2022	22,13	20,89	19,65	18,41	17,17
2023	23,58	22,25	20,93	19,61	18,29
2024	28,43	27,02	25,60	24,20	22,79
2025	23,77	22,44	21,11	19,78	18,46
2026	26,51	25,02	23,54	22,06	20,58
2027	28,21	26,63	25,05	23,47	21,90
2028	30,02	28,34	26,66	24,98	23,30
2029	35,26	33,46	31,67	29,88	28,10
2030	30,59	28,88	27,16	25,46	23,75
2031	34,07	32,17	30,26	28,36	26,45
2032	36,24	34,21	32,18	30,16	28,13
2033	38,55	36,39	34,23	32,08	29,92
2034	44,30	42,00	39,71	37,41	35,13
Coste total para el tramo:	529,80	500,84	471,91	443,04	414,20

**COSTOS DE
TRAMO**

Año	Alternativa2				
	IMD:900	IMD:850	IMD:800	IMD:750	IMD:700
	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total
2015	13,86	13,09	12,32	11,55	10,78
2016	15,90	15,02	14,13	13,25	12,36
2017	17,14	16,19	15,23	14,28	13,32
2018	18,51	17,47	16,44	15,40	14,37
2019	20,03	18,91	17,78	16,65	15,53
2020	21,55	20,34	19,12	17,91	16,70
2021	23,29	21,97	20,65	19,34	18,03
2022	25,22	23,78	22,35	20,92	19,50
2023	27,41	25,83	24,25	22,69	21,14
2024	29,90	28,14	26,41	24,70	22,99
2025	32,77	30,80	28,86	26,67	24,82
2026	36,15	33,90	31,70	28,94	26,92
2027	40,20	37,57	35,02	31,49	29,28
2028	44,04	41,34	38,69	34,38	31,93
2029	47,19	44,57	41,95	37,68	34,95
2030	49,89	47,12	44,35	40,99	38,12
2031	52,74	49,81	46,88	43,95	41,02
2032	55,76	52,66	49,57	46,47	43,37
2033	58,95	55,68	52,40	49,13	45,85
2034	62,32	58,86	55,40	51,94	48,47
Coste total para el tramo:	692,83	653,04	613,49	568,32	529,47

**COSTOS DE
TRAMO**

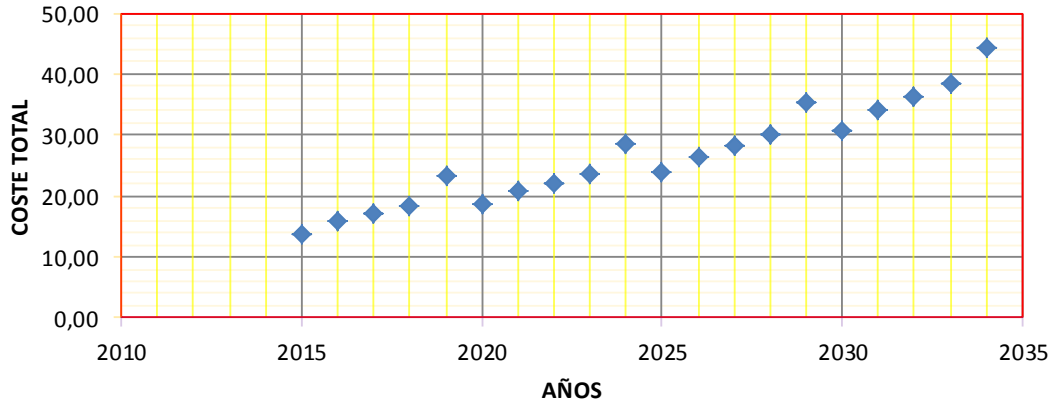
Año	Alternativa3				
	IMD:900	IMD:850	IMD:800	IMD:750	IMD:700
	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total
2015	13,93	13,16	12,39	11,62	10,85
2016	15,97	15,09	14,20	13,32	12,43
2017	17,21	16,25	15,30	14,35	13,39
2018	18,58	17,54	16,51	15,47	14,44
2019	20,09	18,96	17,83	16,71	15,59
2020	21,78	20,54	19,31	18,08	16,86
2021	23,69	22,32	20,96	19,61	18,27
2022	25,87	24,35	22,84	21,34	19,86
2023	28,43	26,69	24,99	23,31	21,66
2024	31,46	29,45	27,50	25,59	23,72
2025	35,14	32,76	30,47	28,26	26,12
2026	39,03	36,59	34,03	31,42	28,92
2027	42,29	39,95	37,41	34,77	32,20
2028	44,71	42,23	39,75	37,27	34,79
2029	47,26	44,64	42,02	39,40	36,77
2030	49,96	47,19	44,42	41,64	38,87
2031	52,81	49,88	46,95	44,02	41,09
2032	55,83	52,73	49,63	46,54	43,44
2033	59,02	55,74	52,47	49,19	45,92
2034	62,39	58,93	55,47	52,00	48,54
Coste total para el tramo:	705,44	664,98	624,43	583,91	543,74

PRUEBA DE CONSISTENCIA

COSTES DE TRAMO

COSTES TRAMO 900

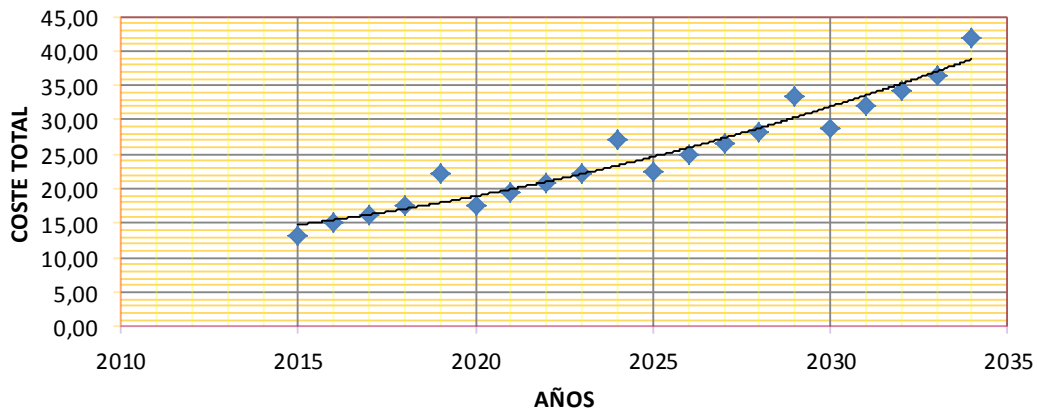
$R^2 = 0,9392$



MEDIA	x	26,49	$\left[18,25 - 34,73 \right]$
DESVIACION	s	8,24	
RANGO	$S - X + S$		

COSTES DE TRAMO 850

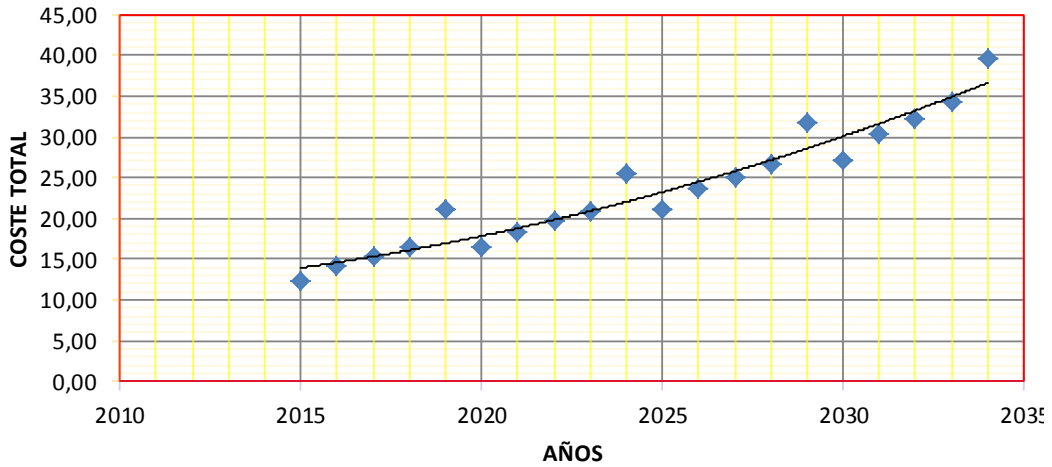
$R^2 = 0,9352$



MEDIA	x	25,04	$\left[17,23 - 32,85 \right]$
DESVIACION	s	7,81	
RANGO	$S - X + S$		

COSTES DE TRAMO 800

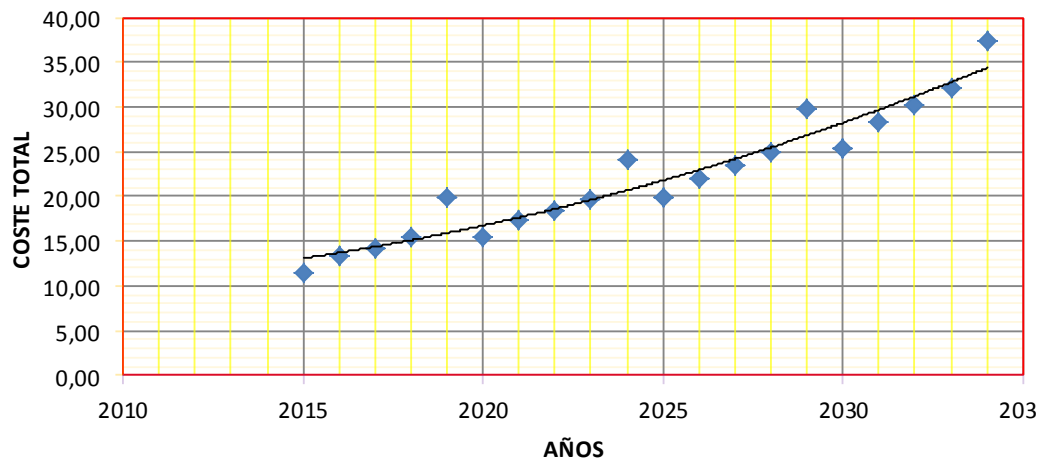
$R^2 = 0,9307$



MEDIA \bar{x} 23,60
DESVIACION s 7,38
RANGO $S - X + S$ (16,22 - 30,97)

COSTES DE TRAMO 750

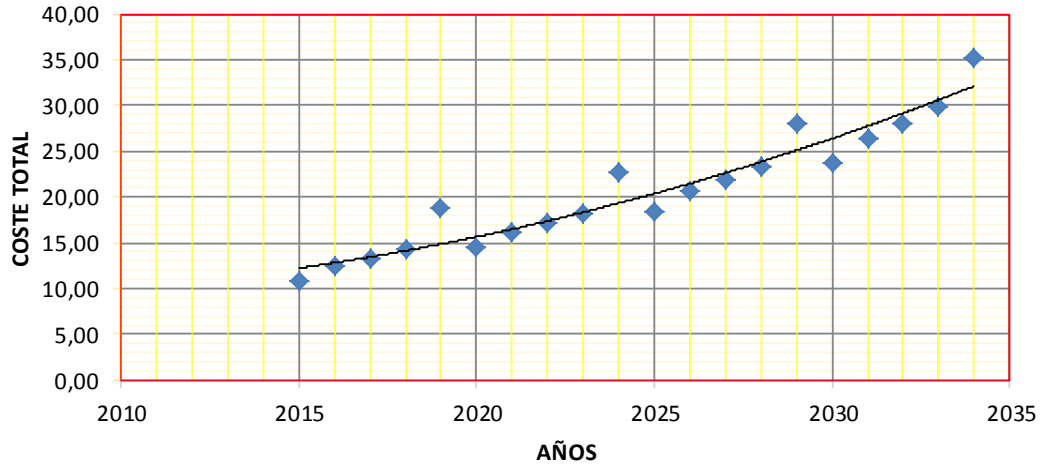
$R^2 = 0,9255$



MEDIA \bar{x} 22,15
DESVIACION s 6,95
RANGO $S - X + S$ (15,21 - 29,10)

COSTES DE TRAMO 16

$R^2 = 0,9194$



MEDIA	X	20,71
DESVIACION	S	6,52
RANGO	$S - X + S$	$14,19 - 27,23$

TOMATITAS – ERQUIZ - Cr. CADILLAR

Para los cuatro resultados obtenidos del HDM-4 que son Volumen de Tráfico, Índice de Regularidad, Número de Baches y Costo del tramo se analizó la sensibilidad del **volumen del tráfico** Toamtiats –Erquiz-Cr.Cadillar considerando:

- un incremento en la intensidad media diaria de 100 vehículos
- una reducción en la intensidad media diaria de 50 vehículos
- un incremento en la intensidad media diaria de 50vehículos
- una disminución de intensidad media diaria de 100 vehículos

Se analizó la sensibilidad para el **Índice de Regularidad** considerando:

- un incremento máximo al IRI de 10 (m/km)
- una reducción en el IRI de 3 (m/km)
- un incremento en el IRI de 8 (m/km)
- una disminución mínima al IRI de 2 (m/km)

Se analizó la sensibilidad para el **Número de Baches** considerando:

- un incremento al número de baches 20(N°/Km)
- una reducción al número de baches 10 (N°/Km)
- un incremento al número de baches 20 (N°/Km)
- una disminución al número de baches 10 (N°/Km)

Para los **costes de tramo** se analizó la sensibilidad considerando el volumen de tráfico IMD ya que sus costos depende de este parámetro

- un incremento en la intensidad media diaria de 100 vehículos
 - una reducción en la intensidad media diaria de 50 vehículos
 - un incremento en la intensidad media diaria de 50vehículos
- una disminución de intensidad media diaria de 100 vehículos

**TRAFICO PROMEDIO
DIARIO**

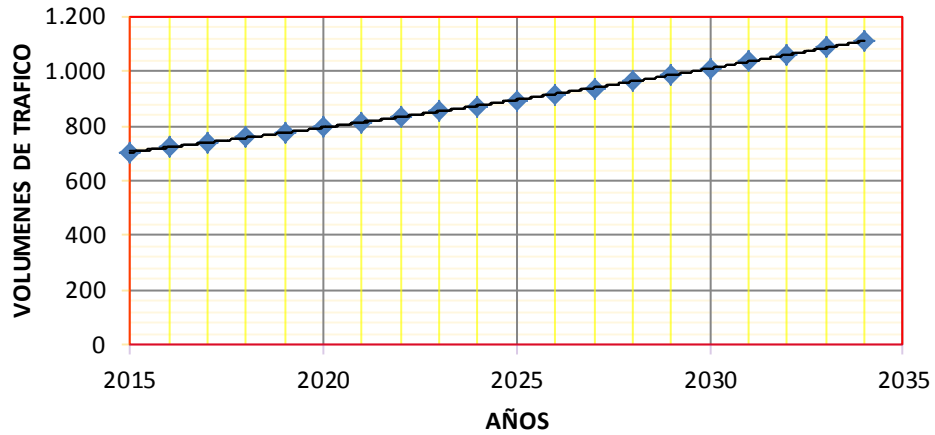
TODAS LAS ALTERNATIVAS

Año	IMD:639	IMD:589	IMD:539	IMD:489	IMD:439
	Total	Total	Total	Total	Total
2015	705	600	552	499	447
2016	722	614	565	510	457
2017	739	628	578	523	468
2018	757	644	592	533	479
2019	775	660	606	546	491
2020	794	675	621	561	503
2021	813	691	636	573	515
2022	832	708	651	588	527
2023	852	726	667	602	539
2024	873	744	683	616	554
2025	894	761	699	633	566
2026	916	781	716	648	581
2027	938	798	734	663	594
2028	961	818	752	678	608
2029	985	839	770	696	624
2030	1.009	859	789	714	639
2031	1.033	881	808	730	656
2032	1.059	902	828	749	672
2033	1.085	926	849	768	688
2034	1.112	947	870	787	706
Total	17.853	15.202	13.967	12.617	11.314

PRUEBA DE CONSISTENCIA TRAFICO PROMEDIO DIARIO TOMATITAS-ERQUIZ-CR CADILLAR

IMD:639

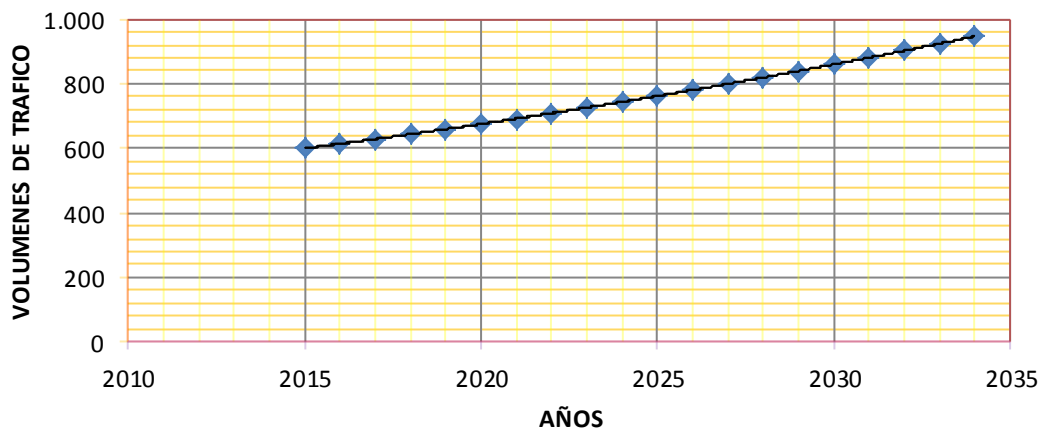
$R^2 = 1$



MEDIA \bar{x} 892,67
 DESVIACION s 126,44
 RANGO $S - X + S$ **766,23 - 1019,12**

IMD 589

$R^2 = 1$

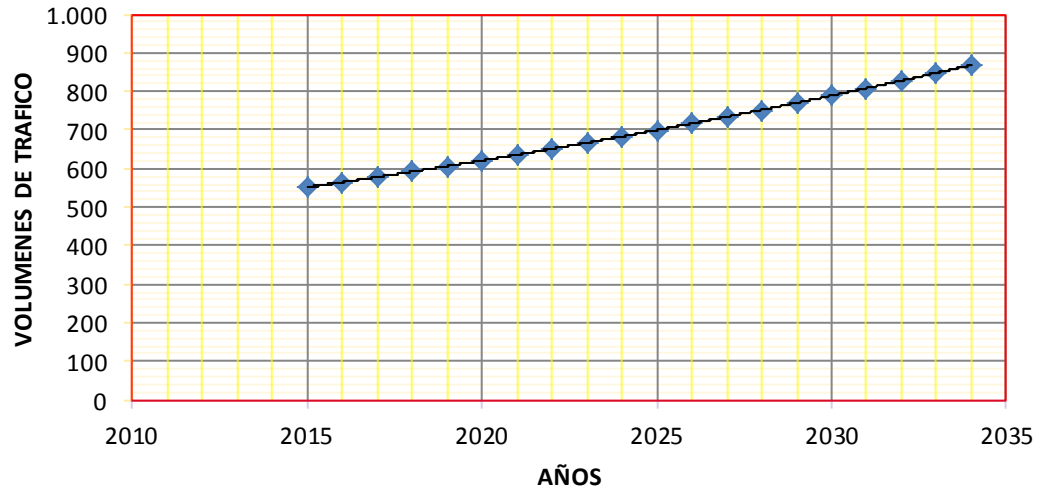


MEDIA \bar{x} 760,10
 DESVIACION s 108,22
 RANGO $S - X + S$ **651,88 - 868,32**



IMD 539

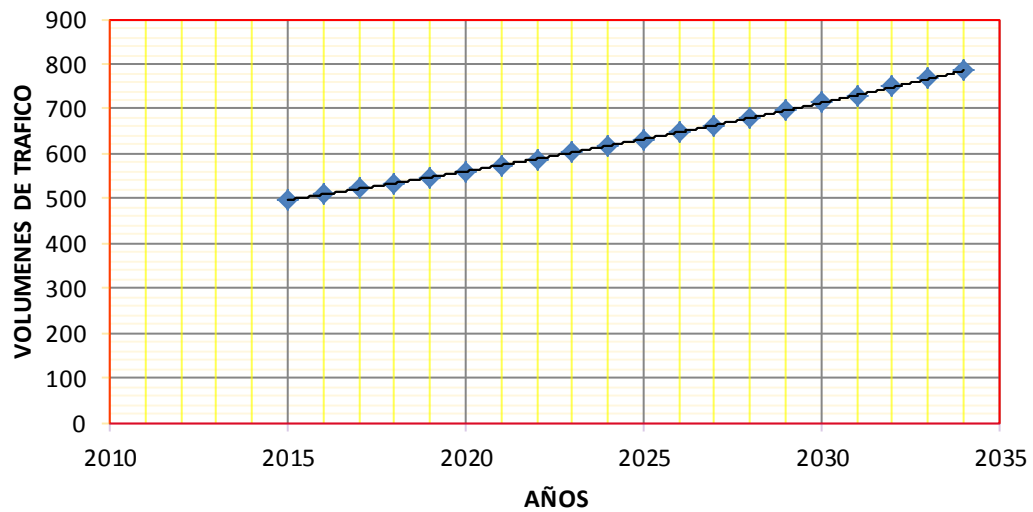
$R^2 = 1$



MEDIA \bar{x} 698,33
DESVIACION s 98,92
RANGO $S - X + S$ **599,41 - 797,25**

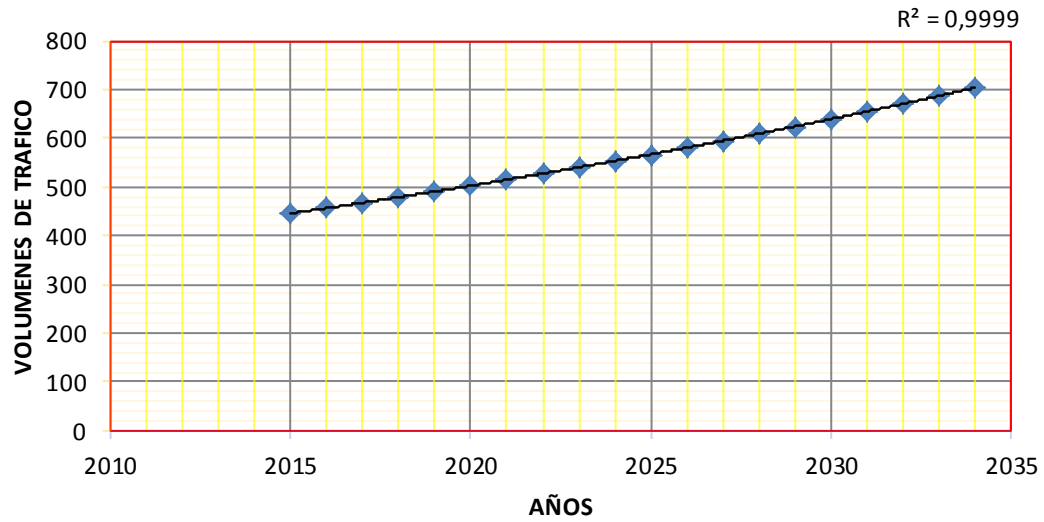
IMD 489

$R^2 = 0,9998$



MEDIA \bar{x} 630,85
DESVIACION s 89,80
RANGO $S - X + S$ **541,05 - 720,65**

IMD 439



MEDIA	\bar{x}	565,70
DESVIACION	s	80,49
RANGO	$S - X + S$	485,21 - 646,19

INDICE DE REGULARIDAD

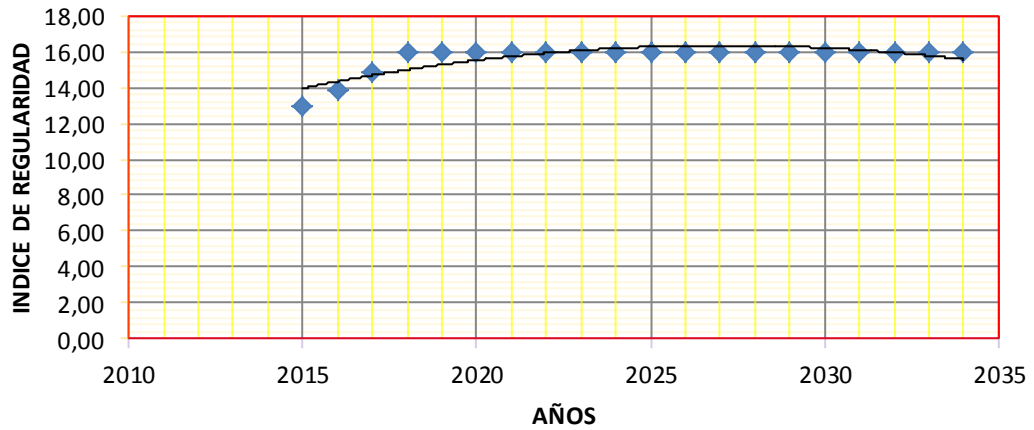
Año	alternativa 1-2-3		alternativa 1-2	alternativa 1-2	alternativa 1-2
	IRI :10	IRI :8	IRI :5	IRI :3	IRI :2
	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km
2015	12,90	10,85	7,77	5,72	4,70
2016	13,88	11,78	8,63	6,52	5,47
2017	14,89	12,73	9,50	7,35	6,27
2018	15,93	13,71	10,40	8,19	7,08
2019	16,00	14,72	11,32	9,05	7,91
2020	16,00	15,75	12,26	9,94	8,77
2021	16,00	16,00	13,23	10,85	9,65
2022	16,00	16,00	14,23	11,78	10,55
2023	16,00	16,00	15,24	12,74	11,47
2024	16,00	16,00	16,00	13,72	12,42
2025	16,00	16,00	16,00	14,72	13,39
2026	16,00	16,00	16,00	15,75	14,38
2027	16,00	16,00	16,00	16,00	15,40
2028	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
2029	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
2030	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
2031	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
2032	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
2033	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
2034	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00

PRUEBA DE CONSISTENCIA

INDICE DE REGULARIDAD

IRI 10

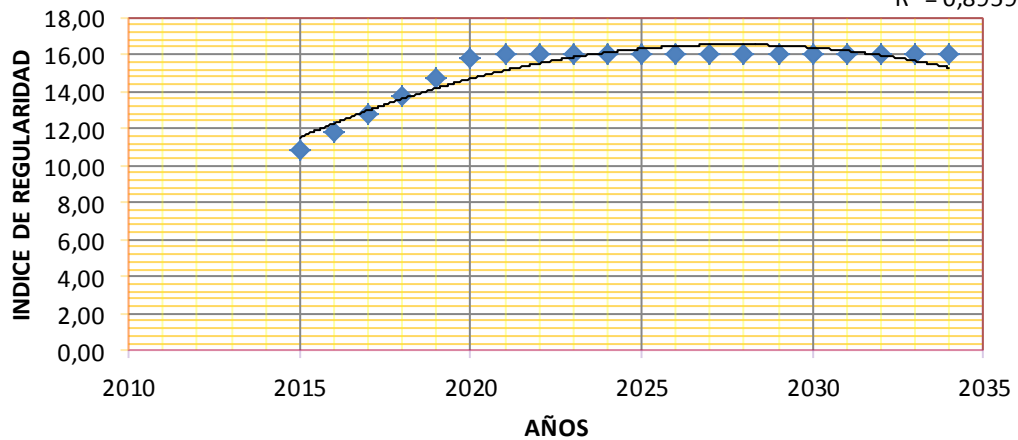
$R^2 = 0,7073$



MEDIA	\bar{x}	15,68	
DESVIACION	s	0,84	
RANGO	$S - X + S$		$14,84 - 16,52$

IRI 8

$R^2 = 0,8959$

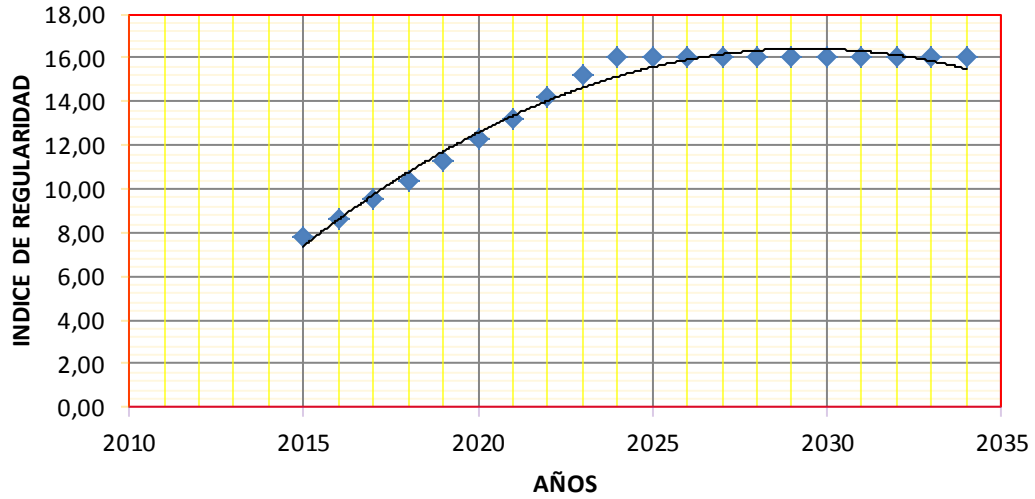


MEDIA	\bar{x}	15,18	
DESVIACION	s	1,60	
RANGO	$S - X + S$		$13,58 - 16,77$



IRI 5

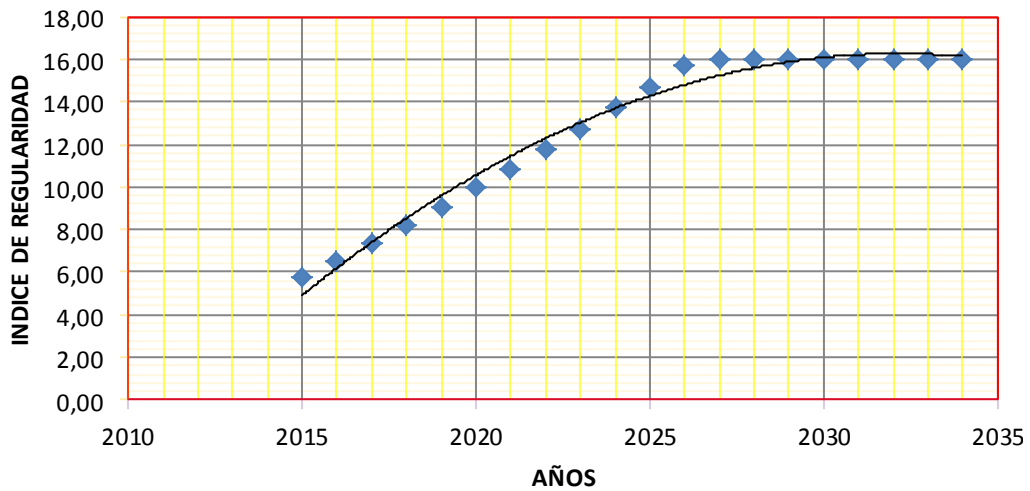
$R^2 = 0,9825$



MEDIA	\bar{x}	13,93
DESVIACION	s	2,88
RANGO	$S - X + S$	11,05 - 16,80

IRI 3

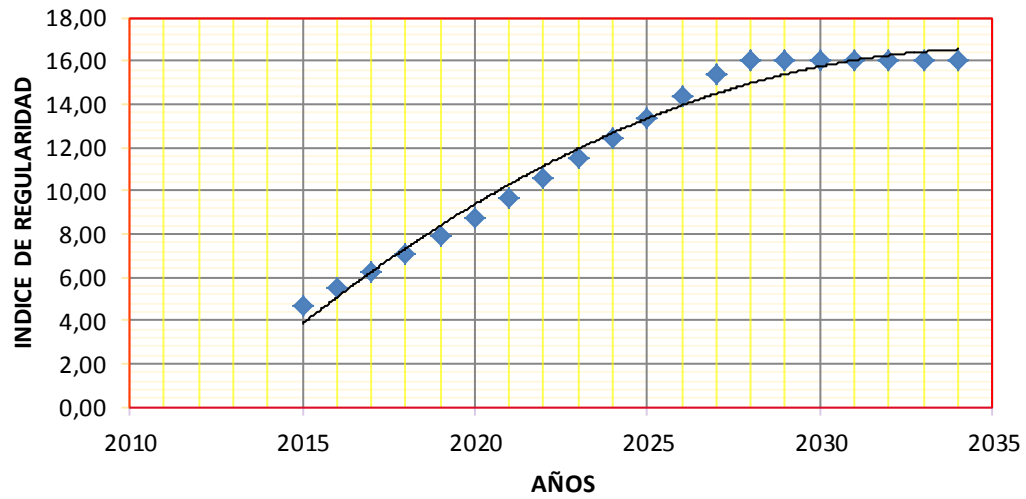
$R^2 = 0,9836$



MEDIA	\bar{x}	12,72
DESVIACION	s	3,72
RANGO	$S - X + S$	9,00 - 16,43

IRI 2

$R^2 = 0,9822$



MEDIA	\bar{x}	11,97
DESVIACION	s	4,10
RANGO	$S - X + S$	7,87 - 16,07

NUMERO DE BACHES

Año	alternativa 1- 2	alternativa 1- 2	alternativa 1	alternativa 1	alternativa 1
	44	36	28	18	8
	N° de	N° de	N° de	N° de	N° de
	baches	baches	baches	baches	baches
2015	46,33	37,91	29,48	18,95	8,42
2016	48,83	39,95	31,07	19,97	8,88
2017	51,50	42,13	19,66	12,64	5,62
2018	54,36	44,48	6,92	4,45	1,98
2019	57,43	46,99	7,31	4,70	2,09
2020	60,73	49,69	7,73	2,98	1,33
2021	64,27	52,59	8,18	1,05	0,47
2022	68,09	55,71	8,67	1,11	0,50
2023	72,20	59,07	9,19	1,18	0,32
2024	76,64	62,70	9,75	1,25	0,11
2025	81,43	66,62	10,36	1,33	0,12
2026	86,60	70,86	11,02	1,42	0,13
2027	92,21	75,44	11,74	1,51	0,13
2028	98,28	80,41	12,51	1,61	0,14
2029	104,87	85,80	13,35	1,72	0,15
2030	112,03	91,66	14,26	1,83	0,16
2031	119,82	98,04	15,25	1,96	0,17
2032	128,30	104,98	16,33	2,10	0,19
2033	137,56	112,55	17,51	2,25	0,20
2034	147,67	120,82	18,79	2,42	0,21

NUMERO DE BACHES

Año	alternativa 2	alternativa 2	alternativa 2
	28	18	8
	N° de	N° de	N° de
	baches	baches	baches
2015	29,48	18,95	8,42
2016	31,07	19,97	8,88
2017	32,77	21,07	9,36
2018	34,59	22,24	9,88
2019	36,55	23,49	10,44
2020	38,65	24,84	11,04
2021	40,90	26,29	11,69
2022	43,33	27,86	12,38
2023	45,95	29,54	13,13
2024	48,77	31,35	13,93
2025	51,82	33,31	14,80
2026	55,11	35,43	15,75
2027	58,68	37,72	16,77
2028	62,54	40,21	17,87
2029	66,74	42,90	19,07
2030	71,29	45,83	20,37
2031	76,25	49,02	21,79
2032	81,65	52,49	23,33
2033	87,54	56,27	25,01
2034	93,97	60,41	26,85

NUMERO DE BACHES

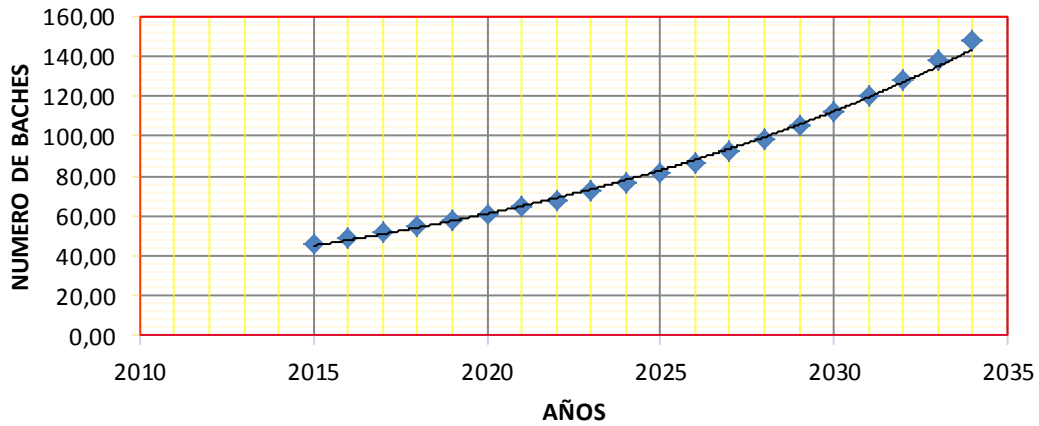
Año	alternativa 3	alternativa 3	alternativa 3	alternativa 3	alternativa 3
	44	36	28	18	8
	N° de	N° de	N° de	N° de	N° de
	baches	baches	baches	baches	baches
2015	46,33	37,91	29,48	18,95	8,42
2016	48,83	39,95	31,07	19,97	8,88
2017	51,50	42,13	32,77	21,07	9,36
2018	54,36	44,48	34,59	22,24	9,88
2019	28,72	23,50	18,28	11,75	5,22
2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2024	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2025	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2026	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2027	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2028	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2029	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2031	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2033	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

PRUEBA DE CONSISTENCIA

NUMERO DE BACHES

N° BACHES 44

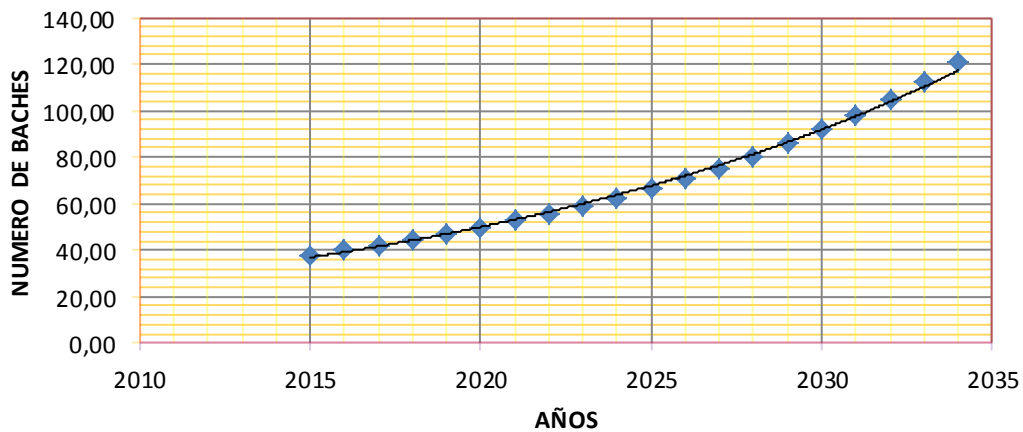
$R^2 = 0,9981$



MEDIA \bar{x}	85,46	$\left[54,42 - 116,50 \right]$
DESVIACION s	31,04	
RANGO	$S - X + S$	

N° BACHES 36

$R^2 = 0,9981$

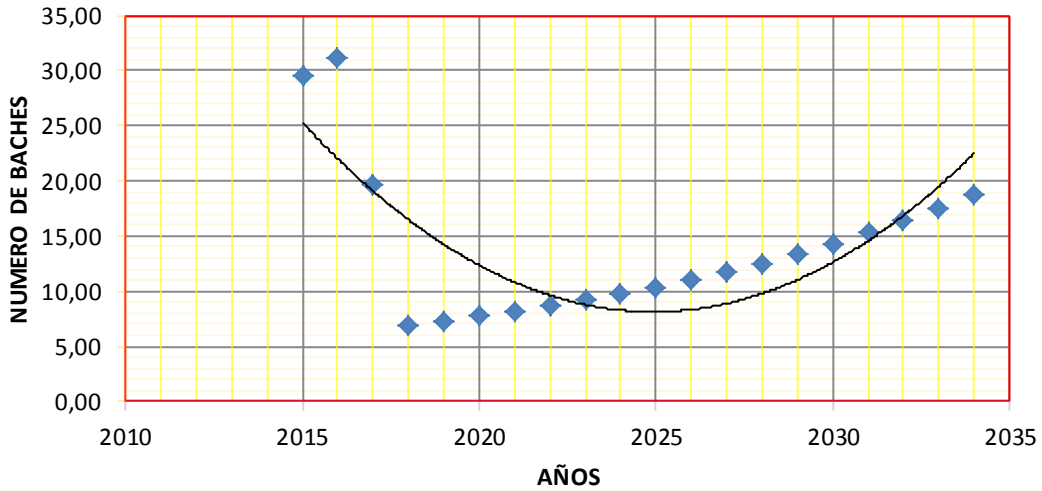


MEDIA \bar{x}	69,92	$\left[44,52 - 95,32 \right]$
DESVIACION s	25,40	
RANGO	$S - X + S$	



N° BACHES 28

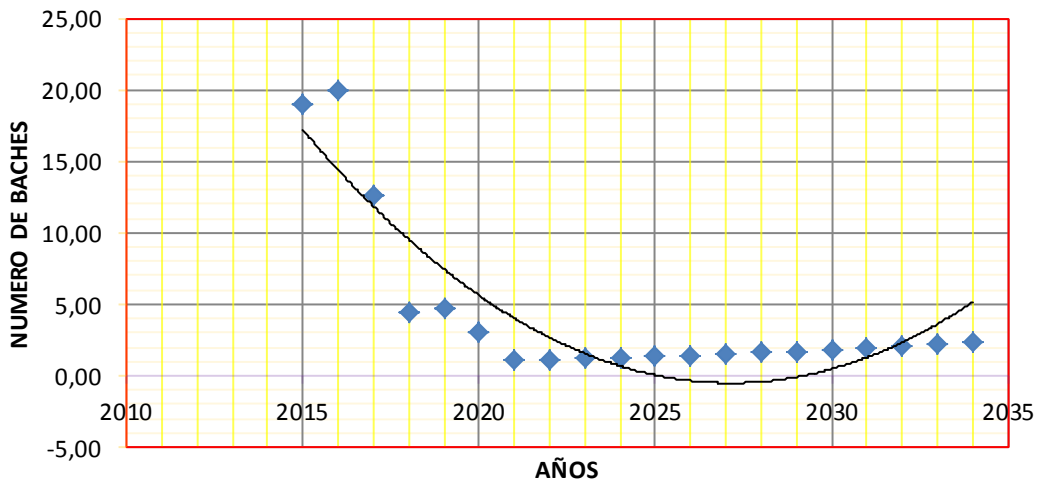
$R^2 = 0,6272$



MEDIA x 13,95
 DESVIACION : 6,78
 RANGO $S - X + S$ **7,18 - 20,73**

N° BACHES 18

$R^2 = 0,8193$
 $R^2 = 0,3679$

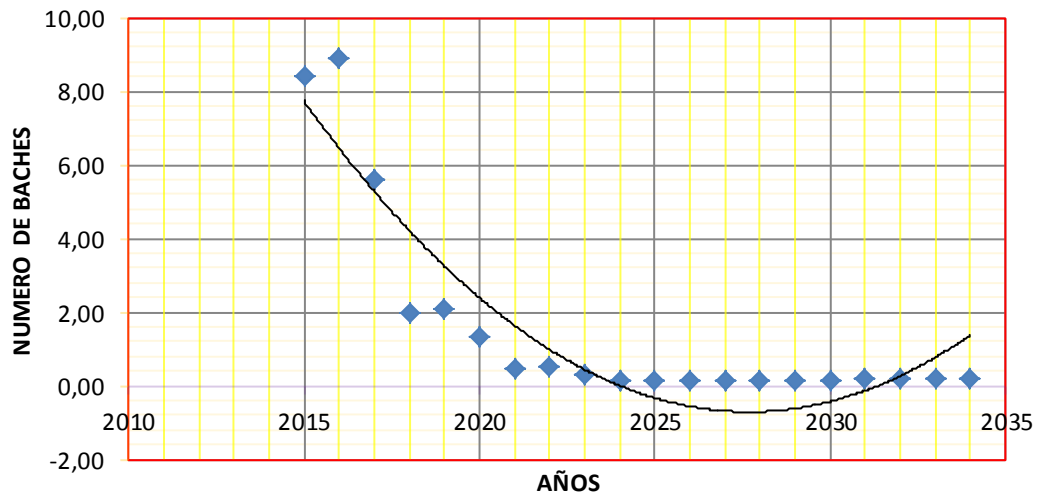


MEDIA x 4,32
 DESVIACION : 5,78
 RANGO $S - X + S$ **-1,46 - 10,10**



N° BACHES 8

$R^2 = 0,8579$



MEDIA	x	1,57
DESVIACION	s	2,74
RANGO	$S - X + S$	$(-1,18 - 4,31)$

COSTES DE TRAMO

Alternativa1					
Año	IMD:639	IMD:589	IMD:539	IMD:489	IMD:439
	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total
2015	2,68	2,34	2,26	1,94	1,74
2016	2,90	2,53	2,45	2,10	1,88
2017	3,04	2,65	2,57	2,20	1,97
2018	3,18	2,77	2,69	2,30	2,07
2019	3,33	2,90	2,81	2,41	2,16
2020	3,49	3,04	2,94	2,52	2,26
2021	3,65	3,18	3,08	2,64	2,37
2022	3,83	3,33	3,23	2,77	2,48
2023	4,01	3,49	3,38	2,90	2,60
2024	4,19	3,65	3,53	3,03	2,72
2025	4,33	3,77	3,65	3,13	2,81
2026	4,42	3,85	3,73	3,20	2,87
2027	4,52	3,94	3,82	3,27	2,94
2028	4,63	4,03	3,90	3,34	3,00
2029	4,73	4,12	3,99	3,42	3,07
2030	4,84	4,22	4,08	3,50	3,14
2031	4,95	4,31	4,18	3,58	3,21
2032	5,07	4,41	4,28	3,66	3,29
2033	5,19	4,52	4,37	3,75	3,37
2034	5,31	4,62	4,48	3,84	3,44
Coste total para el tramo:	82,31	71,66	69,42	59,49	53,41

COSTES DE TRAMO

Alternativa 2					
Año	IMD:639	IMD:589	IMD:539	IMD:489	IMD:439
	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total
2015	2,70	2,35	2,28	1,96	1,76
2016	2,92	2,54	2,47	2,12	1,90
2017	3,06	2,67	2,58	2,22	1,99
2018	3,20	2,79	2,71	2,32	2,09
2019	3,36	2,92	2,83	2,43	2,18
2020	3,51	3,06	2,96	2,54	2,28
2021	3,68	3,20	3,10	2,66	2,39
2022	3,85	3,35	3,25	2,79	2,50
2023	4,03	3,51	3,40	2,92	2,62
2024	4,21	3,67	3,55	3,05	2,74
2025	4,35	3,78	3,67	3,15	2,83
2026	4,44	3,87	3,75	3,22	2,89
2027	4,54	3,96	3,84	3,29	2,95
2028	4,65	4,05	3,92	3,36	3,02
2029	4,75	4,14	4,01	3,44	3,09
2030	4,86	4,23	4,10	3,52	3,16
2031	4,97	4,33	4,20	3,60	3,23
2032	5,09	4,43	4,29	3,68	3,31
2033	5,21	4,53	4,39	3,77	3,38
2034	5,33	4,64	4,50	3,85	3,46
Coste total para el tramo:	82,70	72,03	69,82	59,86	53,78

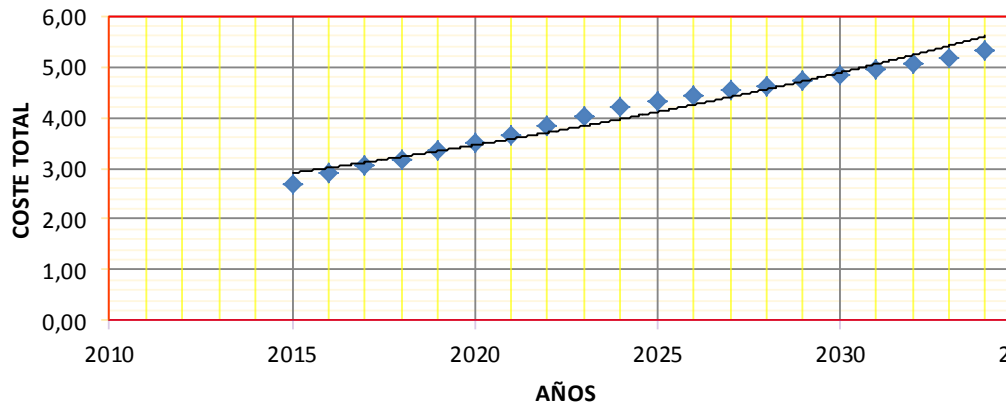
COSTES DE TRAMO

Alternativa 3					
Año	IMD:639	IMD:589	IMD:539	IMD:489	IMD:439
	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total	Coste Total
2015	2,68	2,34	2,26	1,94	1,74
2016	2,90	2,53	2,45	2,10	1,88
2017	3,04	2,65	2,56	2,20	1,97
2018	3,19	2,77	2,69	2,30	2,07
2019	4,11	3,63	3,59	3,14	2,89
2020	3,32	2,89	2,80	2,40	2,15
2021	3,52	3,06	2,97	2,54	2,28
2022	3,62	3,15	3,06	2,62	2,35
2023	3,73	3,25	3,15	2,70	2,42
2024	4,62	4,08	4,01	3,51	3,22
2025	3,79	3,30	3,19	2,74	2,46
2026	4,01	3,49	3,39	2,90	2,60
2027	4,14	3,60	3,49	2,99	2,68
2028	4,26	3,71	3,60	3,08	2,77
2029	5,17	4,56	4,48	3,91	3,58
2030	4,33	3,77	3,65	3,13	2,81
2031	4,59	3,99	3,87	3,31	2,98
2032	4,73	4,12	3,99	3,42	3,07
2033	4,88	4,25	4,12	3,53	3,17
2034	5,81	5,12	5,02	4,37	4,00
Coste total para el tramo:	80,43	70,25	68,32	58,81	53,10

PRUEBA DE CONSISTENCIA COSTES DE TRAMO

COSTES TRAMO 639

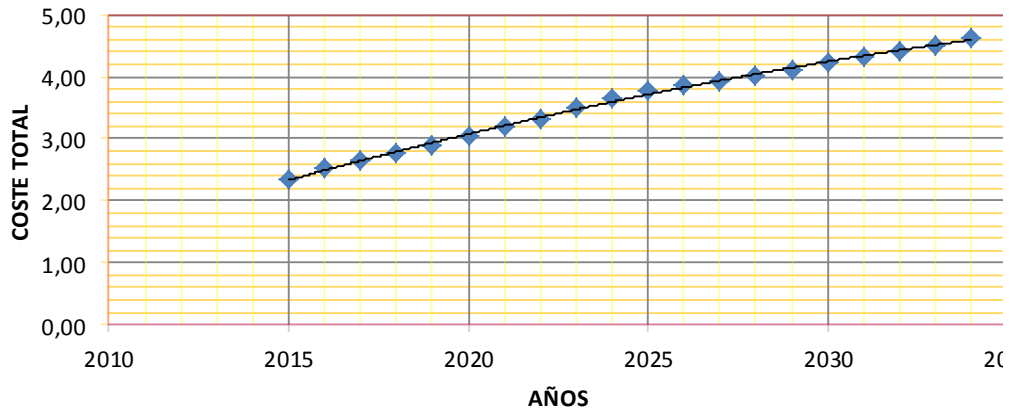
$R^2 = 0,9$



MEDIA	X	4,12
DESVIACION	S	0,81
RANGO	$S - X + S$	$3,30 - 4,93$

COSTES DE TRAMO 589

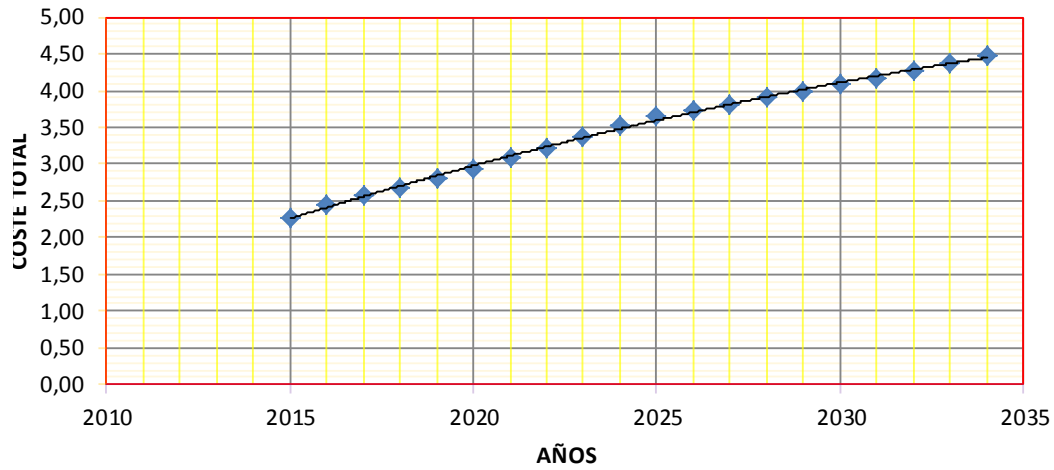
$R^2 = 0,99$



MEDIA	X	3,58
DESVIACION	S	0,71
RANGO	$S - X + S$	$2,88 - 4,29$

COSTES DE TRAMO 539

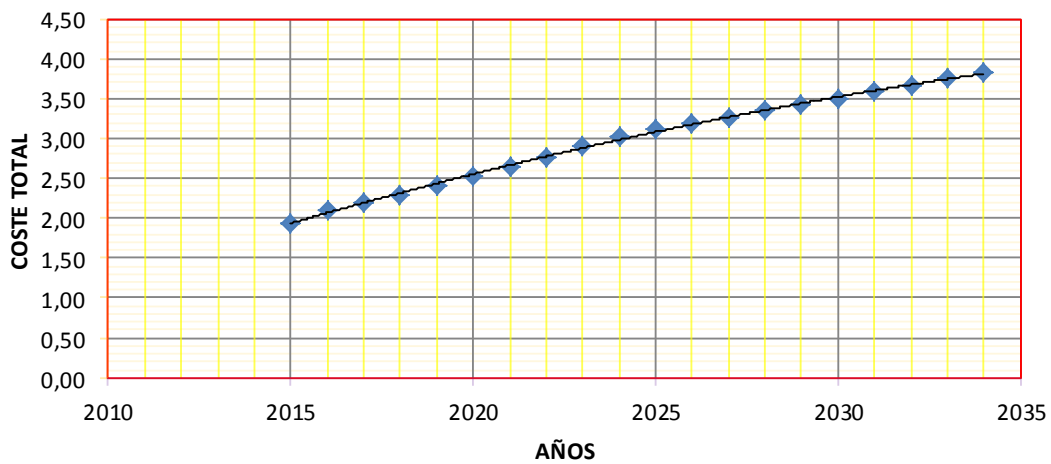
$R^2 = 0,9984$



MEDIA \bar{x} 3,47
DESVIACION s 0,68
RANGO $S - X + S$ (2,79 - 4,16)

COSTES DE TRAMO 489

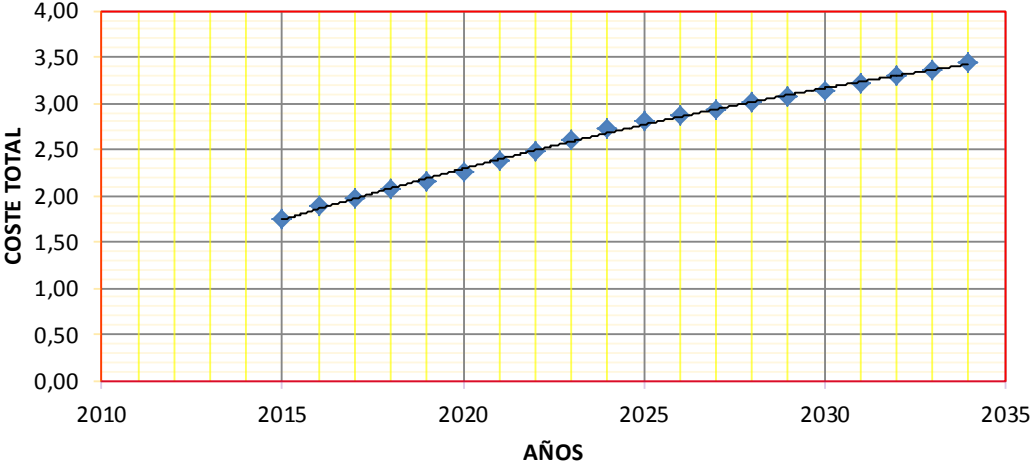
$R^2 = 0,9984$



MEDIA \bar{x} 2,97
DESVIACION s 0,59
RANGO $S - X + S$ (2,39 - 3,56)

COSTES DE TRAMO 439

$R^2 = 0,9984$



MEDIA	x	2,67
DESVIACION	s	0,53
RANGO	$S - X + S$	$(2,14 - 3,20)$

Resultados de programa estadístico statgraphics y análisis de sensibilidad de los resultados para el tramo: PALOS BLANCOS – ISIRI:

- PRUEBA DE HIPÓTESIS IMD
- PRUEBA DE HIPÓTESIS IRI
- PRUEBA DE HIPÓTESIS N° BACHES
- PRUEBA DE HIPÓTESIS COSTOS TRAMO

Analizando los resultados del statgraphics para TPD de 252 presenta una sensibilidad de 4.34% y en comparación con TPD de 36 presenta una sensibilidad 5,83 % entonces se demuestra que para el rango de análisis de los 20 años la variación en la sensibilidad no es muy afectada por el valor del volumen del tráfico

PRUEBA DE HIPOTESIS IMD 252

Año	Prueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrado
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2016	12,6827	1,78885	1,88776	9416,8
2017	12,6677	1,78885	1,88776	10266
2018	12,6036	1,78885	1,88776	11256
2019	12,6564	1,78885	1,88776	12154
2020	12,6607	1,78885	1,88776	13162,8
2021	12,7239	1,78885	1,88776	14163,2
2022	12,6941	1,78885	1,88776	15466
2023	12,6424	1,78885	1,88776	16946
2024	12,6484	1,78885	1,88776	18414,8
2025	12,6523	1,78885	1,88776	19990
2026	12,6144	1,78885	1,88776	21876,8
2027	12,6609	1,78885	1,88776	23630,8
2028	12,6693	1,78885	1,88776	25637,2
2029	12,6715	1,78885	1,88776	27890,8
2030	12,6402	1,78885	1,88776	30473,2
2031	12,6661	1,78885	1,88776	32987,2
2032	12,6439	1,78885	1,88776	35995,2
2033	12,699	1,78885	1,88776	38837,2
2034	12,6833	1,78885	1,88776	42315,2
2035	12,6393	1,78885	1,88776	46371,2

senbilidad de los resultados	4,34%	0%	0%	3695440%
------------------------------	-------	----	----	----------

PRUEBA DE HIPOTESIS IMD 36

Año	Prueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	5,16184	1,78885	1,88776	1061,2
2016	5,01403	1,78885	1,88776	1210
2017	4,88471	1,78885	1,88776	1301,2
2018	5,14862	1,78885	1,88776	1369,2
2019	5,10446	1,78885	1,88776	1513,2
2020	5,1038	1,78885	1,88776	1638,8
2021	5,04885	1,78885	1,88776	1822,8
2022	5,05076	1,78885	1,88776	1960
2023	5,09081	1,78885	1,88776	2102,8
2024	5,04648	1,78885	1,88776	2341,2
2025	5,03814	1,78885	1,88776	2560
2026	5,07375	1,78885	1,88776	2722,8
2027	5,15772	1,78885	1,88776	2890
2028	5,16123	1,78885	1,88776	3133,2
2029	5,09700	1,78885	1,88776	3497,2
2030	5,09097	1,78885	1,88776	3802,8
2031	5,12452	1,78885	1,88776	4080,8
2032	5,08294	1,78885	1,88776	4494,8
2033	5,04789	1,78885	1,88776	4973,2
2034	5,10347	1,78885	1,88776	5290,0
Rango sensibilidad	5,83 %	0%	0%	422880%

Los resultados fueron analizados considerando la hipótesis que: “ Si se cambia el valor de entrada entonces los resultados del HDM IV en el módulo de deterioro varían a través de los años de servicio”, sin embargo aunque esta hipótesis es cierta y obvia lo que se planteó en el proyecto es analizar el grado de sensibilidad de los resultados al variar los datos de entrada del IRI, IMD y N° de baches, de manera que se pueda establecer con mayor exactitud que tanto la CERTEZA del dato de entrada y LA VARIACION DENTRO DE UN RANGO son poco o muy sensibles, lo que ayudaría

al buen uso del programa de HDM IV en pos de conseguir resultados que tengan una buena confiabilidad.

La variabilidad de los datos de entrada debían realizarse en un rango definido para ello se realizó un análisis de criterio lógico en cada uno de los casos de manera que ese rango no genere resultados poco confiables, es por ello que se definió rangos pequeños en los que se considera, pudiesen variar estos datos de entrada, para fines de comprobación del buen uso del criterio adoptado, se realizaron mediciones de campo en el parámetro de tráfico que para el presente muestran una variación del IMD sin embargo el rango de su variabilidad entre sus valores límite solo hacen variar al rango de resultados de 5,83 % a 4,34 %, mostrando que más importante es la certeza del dato que la variabilidad del mismo en un rango permisible.

Ese mismo criterio fue utilizado en todos los datos de entrada para que en forma independiente se pueda analizar la sensibilidad de cada parámetro de entrada.

Estas pruebas de hipótesis son instrumentos estadísticos de gran utilidad cuya tarea fundamental es tomar decisiones, cualesquiera sean los niveles y naturaleza de los problemas en estudio. La prueba estadística se trata de una decisión estadística de aceptar o rechazar la hipótesis formulada, sobre la base de los resultados obtenidos de una muestra aleatoria.

En general si nuestro resultados consistentes aceptamos la hipótesis propuesta, en cambio, si los resultados de la muestra no son consistentes se rechaza la hipótesis

El **5.83%** presenta una variación pequeña de sensibilidad se adopta como la prueba más confiable en su bondad de ajuste y la prueba de chi cuadrado presenta mucha dispersión de homogeneidad de sus valores tiene una variación grande y se lo desecha tomando solo en cuenta a la mejor prueba de ajuste, el 0 % no afecta a la variación sensibilidad y no se considera como válido.

PRUEBA DE HIPOTESIS IRI

Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	5,68872	1,78885	1,88776	45,6661
2016	6,11112	1,78885	1,88776	42,4389
2017	6,32535	1,78885	1,88776	46,1837
2018	6,77052	1,78885	1,88776	42,9867
2019	6,96635	1,78885	1,88776	46,6905
2020	7,42811	1,78885	1,88776	43,5565
2021	7,61259	1,78885	1,88776	47,1299
2022	8,09977	1,78885	1,88776	43,9861
2023	8,90545	1,78885	1,88776	39,6691
2024	9,81842	1,78885	1,8964	35,2995
2025	10,9396	1,78885	1,8964	29,3753
2026	12,5119	1,78885	1,8964	23,8945
2027	14,3513	1,78885	1,8964	18,7565
2028	16,5808	1,78885	1,8964	14,9178
2029	19,84320	1,78885	1,8964	10,7471
2030	22,8624	1,78885	1,8964	22,8624
2031	29,1301	1,78885	1,92305	5,44832
2032	39,1348	1,78885	1,92305	3,11072
2033	56,3415	1,78885	1,92305	1,54668
2034	93,1176	1,78885	1,9799	0,6

En la prueba de sensibilidad en la hipótesis del IRI comparando las alternativas se puede observar que la prueba de chi-cuadrado tiene resultados muy dispersos por lo que es poca su confiabilidad, de la misma manera se tiene con la prueba t de student, se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos se considera como prueba aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad en un rango del **9,21** % de variación de resultados, y en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad y no se considera como válido.

PRUEBA DE HIPOTESIS N° BACHES

alternativa 1				
Año	Prueba t estadístico t	Prueba de signos estadístico para grandes muestras	Prueba de rangos con signo estadístico para grandes muestras	Prueba de chi-cuadrada Chi-cuadrado calculado
2015	3,41448	1,78885	1,88776	251,492
2016	38,3134	1,78885	1,88776	0,30328
2017	37,8098	1,78885	1,88776	0,313
2018	36,8806	1,78885	1,88776	0,33092
2019	36,3057	1,78885	1,88776	0,34408
2020	34,9178	1,78885	1,88776	0,37448
2021	34,217	1,78885	1,88776	0,39292
2022	28,8055	1,78885	1,88776	0,60548
2023	29,0794	1,78885	1,88776	0,59888
2024	29,2684	1,78885	1,88776	0,59588
2025	29,3695	1,78885	1,88776	0,59648
2026	29,382	1,78885	1,88776	0,60068
2027	29,1227	1,78885	1,88776	0,61672
2028	28,7624	1,78885	1,88776	0,63772
2029	28,4006	1,78885	1,88776	0,6602
2030	21,4665	1,78885	1,88776	1,21272
2031	21,4002	1,78885	1,88776	1,23228
2032	21,3891	1,78885	1,88776	1,2466
2033	23,3169	1,78885	1,88776	1,09988
2034	23,1781	1,78885	1,88776	1,12452

En la prueba de hipótesis del número de baches de la alternativa 1 se puede observar que la prueba t existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba chi-cuadrado es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **82,12 %** de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS N° BACHES

alternativa 2-3-4				
Año	Prueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	3,41386	1,78885	1,88776	1006,17
2016	4,52758	1,78885	1,88776	1158,72
2017	5,55694	1,78885	1,88776	1314,93
2018	6,47793	1,78885	1,88776	1473,78
2019	7,36126	1,78885	1,88776	1632,97
2020	8,11967	1,78885	1,88776	1845,06
2021	8,70822	1,78885	1,88776	2119,03
2022	9,38113	1,78885	1,88776	2339,43
2023	9,81924	1,78885	1,88776	2689,63
2024	10,36	1,78885	1,88776	2980,83
2025	10,6785	1,78885	1,88776	3422,1
2026	10,994	1,78885	1,88776	3878,74
2027	11,3233	1,78885	1,88776	4347,25
2028	11,5742	1,78885	1,88776	4913,31
2029	11,7288	1,78885	1,88776	5591,97
2030	11,9095	1,78885	1,88776	6294,54
2031	12,0356	1,78885	1,88776	7121,35
2032	12,1023	1,78885	1,88776	8090,51
2033	12,1299	1,78885	1,88776	9217,51
2034	12,1263	1,78885	1,88776	10519,1

En la prueba de hipótesis del número de baches de las alternativas 2-3-4 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student, es aceptable de grado de sensibilidad ya que su

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS TRAMO

alternativa 1				
	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
Año	estadistico t	estadistico para grandes muestras	estadistico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	4,22434	1,78885	1,88776	0,49712
2016	4,31124	1,78885	1,88776	0,57972
2017	4,3153	1,78885	1,88776	0,65008
2018	4,29738	1,78885	1,88776	0,7282
2019	4,28285	1,78885	1,88776	0,82908
2020	4,29028	1,78885	1,88776	0,92368
2021	4,33474	1,78885	1,88776	1,01808
2022	4,35289	1,78885	1,88776	1,11548
2023	4,3999	1,78885	1,88776	1,20948
2024	4,45605	1,78885	1,88776	1,309
2025	4,54272	1,78885	1,88776	1,3956
2026	4,5651	1,78885	1,88776	1,50912
2027	4,63315	1,78885	1,88776	1,61848
2028	4,71769	1,78885	1,88776	1,71628
2029	4,79534	1,78885	1,88776	1,83368
2030	4,83993	1,78885	1,88776	1,9726
2031	4,90383	1,78885	1,88776	2,10788
2032	4,97023	1,78885	1,88776	2,24712
2033	5,04941	1,78885	1,88776	2,39132
2034	5,0722	1,78885	1,88776	2,58068

En el analisis de sensibilidad del parametro de costos en la alternativas 1 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student ,eceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad en un **84,78 %** .

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS TRAMO

alternativa 2-3-4				
	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
Año	estadistico t	estadistico para grandes muestras	estadistico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	2,40541	0,707107	0,894427	0,06845
2016	2,41463	0,707107	0,894427	0,08405
2017	2,44186	0,707107	0,894427	0,09245
2018	2,3913	0,707107	0,894427	0,1058
2019	2,38776	0,707107	0,894427	0,12005
2020	2,38462	0,707107	0,894427	0,1352
2021	2,44444	0,707107	0,894427	0,1458
2022	2,4386	0,707107	0,894427	0,16245
2023	2,40984	0,707107	0,894427	0,18605
2024	2,4375	0,707107	0,894427	0,2048
2025	2,44118	0,707107	0,894427	0,2312
2026	2,44444	0,707107	0,894427	0,2592
2027	2,44737	0,707107	0,894427	0,2888
2028	2,4321	0,707107	0,894427	0,32805
2029	2,4186	0,707107	0,894427	0,3698
2030	2,46067	0,707107	0,894427	0,39605
2031	2,5	0,707107	0,894427	0,4232
2032	2,53684	0,707107	0,894427	0,45125
2033	2,57143	0,707107	0,894427	0,4802
2034	2,60396	0,707107	0,894427	0,51005

En la prueba de hipótesis de costos de tramo de las alternativas 2-3-4 se puede observar que la prueba chi-cuadrado no existe mucha variación y se aceptable en su grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad de **44,16 %** probabilidad de resultados y los mismo ocurre con la prueba t student ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **19,85 %** En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t student la mejor prueba estadística en su grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad es menor que la prueba de chi-cuadrado.

Resultados de programa estadístico statgraphics y análisis de sensibilidad de los resultados para el tramo: BERMEJO-SAN ANTONIO:

- PRUEBA DE HIPÓTESIS IMD
- PRUEBA DE HIPÓTESIS IRI
- PRUEBA DE HIPÓTESIS N° BACHES
- PRUEBA DE HIPÓTESIS COSTOS TRAMO

PRUEBA DE HIPOTESIS IMD

Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	22,2134	1,78885	1,88776	28845,2
2016	22,1621	1,78885	1,88776	32384,8
2017	22,415	1,78885	1,88776	35412,8
2018	22,3526	1,78885	1,88776	39821,2
2019	22,2955	1,78885	1,88776	44764,8
2020	22,5089	1,78885	1,88776	49146,8
2021	22,4351	1,78885	1,88776	55214,8
2022	22,4165	1,78885	1,88776	61792
2023	22,3178	1,78885	1,88776	69730,8
2024	22,4496	1,78885	1,88776	77092,8
2025	22,4672	1,78885	1,88776	85944,8
2026	22,4900	1,78885	1,88776	95858
2027	22,3684	1,78885	1,88776	108377
2028	22,4899	1,78885	1,88776	119909
2029	22,4774	1,78885	1,88776	134109
2030	22,4465	1,78885	1,88776	150320
2031	22,4628	1,78885	1,88776	167714
2032	22,4677	1,78885	1,88776	187426
2033	22,5601	1,78885	1,88776	207947
2034	22,5025	1,78885	1,88776	233497

Los resultados de las alternativas que arroja el HDM-4 para el tramo Bermejo-San Antonio para realizar un análisis de sensibilidad se han tomado cuatro parámetros principales que son los siguientes: Volumen de tráfico, índice de regularidad, número de baches y costo de tramo.

Para el Volumen de tráfico de todas sus alternativas, en la interpretación de estas desviaciones muestra resultados coherentes y otras dispersas, es decir que las desviaciones estén en el mismo rango o varíen muy poco, por ejemplo los datos del chi-cuadrado presenta mucha dispersión de homogeneidad de sus valores, con resultados sensibles exagerados, en la prueba con rangos con signo y prueba de signo demuestra que no hay variación en la sensibilidad del volumen cuando se aplica la estadística de sensibilidad porque presenta resultados de 0% y no afecta a la variación de la sensibilidad.

En la caso de la prueba t se adopta como la prueba más confiable, ya que su variación de sensibilidad

Año	Pueba t	est
	estadistico t	
2015	7,85722	
2016	8,40365	
2017	8,43832	
2018	9,00894	
2019	9,09511	
2020	21,0825	
2021	5,22112	
2022	4,89013	
2023	4,80898	
2024	4,79244	
2025	3,74606	
2026	3,8309	
2027	3,91616	
2028	4,01011	
2029	4,10886	
2030	3,47167	
2031	3,54021	
2032	3,61223	
2033	3,68994	
2034	3,76953	

|

En la prueba de sensibilidad de la hipótesis del IRI de las alternativas 1 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student, es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad mayor al 100% de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS IRI

ALTERNATIVA 2-3

Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrado
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	12,3266	1,1547	1,33631	1,37147
2016	13,3307	1,1547	1,33631	1,45887
2017	13,3886	1,1547	1,33631	1,5432
2018	14,5202	1,1547	1,33631	1,61647
2019	14,6934	1,1547	1,33631	1,7082
2020	13,9238	1,1547	1,33631	2,25887
2021	13,1817	1,1547	1,33631	2,7168
2022	13,0511	1,1547	1,33631	3,3486
2023	12,2809	1,1547	1,33631	4,15247
2024	12,0221	1,1547	1,33631	5,2728
2025	9,75441	1,1547	1,33631	8,62727
2026	8,69826	1,1547	1,33631	13,0675
2027	9,39588	1,1547	1,33631	11,8899
2028	12,9878	1,1547	1,33631	6,88887
2029	16,9395	1,1547	1,33631	4,3238
2030	4,3238	1,1547	1,33631	1,16827
2031	122,077	1,1547	1,33631	0,1014
2032	s/r	s/r	s/r	s/r
2033	s/r	s/r	s/r	s/r
2034	s/r	s/r	s/r	s/r

En la prueba de sensibilidad de la hipótesis del IRI de la alternativa 2-3 se puede observar que la prueba de chi-cuadrado no existe mucha variación se considera como prueba aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **20,32 %** de variación de resultados, sin tomar en cuenta el ultimo valor del mínimo porque se visualiza que no presenta resultados, porque todos sus datos eran iguales al generar en el programa statgraphics en comparación de los demás.

.En la prueba de rangos de signos y en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad y no se considera como válido.

Con la prueba t de student, se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS N° baches

alternativa 1				
Año	Prueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrado
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	4,24316	1,78885	1,88776	297,243
2016	11,9178	1,78885	1,88776	356,409
2017	19,2223	1,78885	1,88776	429,943
2018	26,1318	1,78885	1,88776	523,452
2019	4,95106	1,78885	1,88776	14209,3
2020	1,63259	0,707107	0,894427	79941,4
2021	1,63268	0,707107	0,894427	129935
2022	1,63274	0,707107	0,894427	203820
2023	1,63278	0,707107	0,894427	311998
2024	1,63281	0,707107	0,894427	469694
2025	1,63284	0,707107	0,894427	699379
2026	1,63285	0,707107	0,894427	1,03E+06
2027	1,63287	0,707107	0,894427	1,53E+06
2028	1,63288	0,707107	0,894427	2,25E+06
2029	1,63288	0,707107	0,894427	3,32E+06
2030	1,63289	0,707107	0,894427	4,94E+06
2031	1,6329	0,707107	0,894427	7,38E+06
2032	1,6329	0,707107	0,894427	1,11E+07
2033	1,6329	0,707107	0,894427	1,69E+07
2034	1,63291	0,707107	0,894427	2,61E+07

En la prueba de sensibilidad en la hipótesis del IRI comparando las alternativas se puede observar que la prueba de chi-cuadrado tiene resultados muy dispersos por lo que es poca su confiabilidad, de la misma manera se tiene con la prueba t de student, se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos se considera como prueba aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad en un rango del **99,3 %** de variación de resultados, y en la prueba de signo: presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad y no se considera como

PRUEBA DE HIPOTESIS N° baches

alternativa 2				
Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	3,87298	1,5	1,64317	148,676
2016	12,2807	1,5	1,64317	178,205
2017	20,2853	1,5	1,64317	214,906
2018	27,8551	1,5	1,64317	261,654
2019	35,0096	1,5	1,64317	80,2602
2020	s/r	s/r	s/r	s/r
2021	s/r	s/r	s/r	s/r
2022	s/r	s/r	s/r	s/r
2023	s/r	s/r	s/r	s/r
2024	5,19641	1,5	1,64317	18501,4
2025	2,27581	1,5	1,64317	96571,8
2026	2,7721	1,5	1,64317	127535
2027	3,22226	1,5	1,64317	170594
2028	3,62809	1,5	1,64317	231255
2029	3,99144	1,5	1,64317	317927
2030	4,31452	1,5	1,64317	443556
2031	4,59965	1,5	1,64317	628468
2032	4,84932	1,5	1,64317	905029
2033	5,06626	1,5	1,64317	1,33E+06
2034	5,25302	1,5	1,64317	1,98E+06

En la prueba de hipótesis del número de baches de las alternativas 2 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

PRUEBA DE HIPOTESIS N° baches

alternativa 3				
Año	Pueba t estadístico t	Prueba de signos estadístico para grandes muestras	Prueba de rangos con signo estadístico para grandes muestras	Prueba de chi-cuadrada Chi-cuadrado calculado
2015	3,46304	1,1547	1,33631	59,5141
2016	12,8642	1,1547	1,33631	71,2818
2017	21,8169	1,1547	1,33631	85,9361
2018	30,2728	1,1547	1,33631	104,69
2019	38,2665	1,1547	1,33631	128,48
2020	45,7751	1,1547	1,33631	159,133
2021	52,8249	1,1547	1,33631	198,802
2022	59,3663	1,1547	1,33631	251,104
2023	65,4493	1,1547	1,33631	320,298
2024	71,0695	1,1547	1,33631	412,994
2025	76,1912	1,1547	1,33631	539,233
2026	80,8878	1,1547	1,33631	712,154
2027	85,1642	1,1547	1,33631	952,225
2028	88,9876	1,1547	1,33631	1291,34
2029	92,4359	1,1547	1,33631	1774,89
2030	95,499	1,1547	1,33631	2475,97
2031	98,2017	1,1547	1,33631	3507,87
2032	100,558	1,1547	1,33631	5052,14
2033	102,615	1,1547	1,33631	7399,36
2034	104,372	1,1547	1,33631	11035

En la prueba de hipótesis del número de baches de las alternativas 3 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad mayor al **100%** de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS TRAMO

alternativa 1				
Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrado
	estadistico t	estadistico para grandes muestras	estadistico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	22,6274	1,78885	1,88776	5,929
2016	22,5826	1,78885	1,88776	7,83228
2017	22,5563	1,78885	1,88776	9,12028
2018	22,4607	1,78885	1,88776	10,7123
2019	26,4815	1,78885	1,88776	12,6563
2020	22,4321	1,78885	1,88776	10,8785
2021	22,3943	1,78885	1,88776	3,5723
2022	22,4107	1,78885	1,88776	15,376
2023	22,392	1,78885	1,88776	17,4769
2024	25,6845	1,78885	1,88776	19,8811
2025	22,4826	1,78885	1,88776	17,6359
2026	22,4652	1,78885	1,88776	21,9633
2027	22,4517	1,78885	1,88776	24,9009
2028	22,4422	1,78885	1,88776	28,224
2029	25,0244	1,78885	1,88776	32,0411
2030	22,4686	1,78885	1,88776	29,2411
2031	22,4656	1,78885	1,88776	36,2903
2032	22,4544	1,78885	1,88776	41,0873
2033	22,4451	1,78885	1,88776	46,5265
2034	24,4912	1,78885	1,88776	52,5786

En el análisis de sensibilidad del parametro de costos en la alternativas 1 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación de sensibilidad.

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS TRAMC

alternativa 2				
Año	Pueba t estadistico t	Prueba de signos estadistico para grandes muestras	Prueba de rangos con signo estadistico para grandes muestras	Prueba de chi-cuadrada Chi-cuadrado calculado
2015	22,6274	1,78885	1,88776	5,929
2016	22,5826	1,78885	1,88776	7,83228
2017	22,5563	1,78885	1,88776	9,12028
2018	22,4607	1,78885	1,88776	10,7123
2019	22,331	1,78885	1,88776	12,6788
2020	22,2963	1,78885	1,88776	14,7137
2021	22,2144	1,78885	1,88776	17,2923
2022	22,1072	1,78885	1,88776	20,4491
2023	21,884	1,78885	1,88776	24,5867
2024	21,6536	1,78885	1,88776	29,7919
2025	20,3177	1,78885	1,88776	40,1405
2026	19,0171	1,78885	1,88776	54,9501
2027	17,5469	1,78885	1,88776	78,2691
2028	17,198	1,78885	1,88776	98,0337
2029	18,5271	1,78885	1,88776	99,2293
2030	21,0044	1,78885	1,88776	88,1393
2031	22,6274	1,78885	1,88776	85,849
2032	22,6338	1,78885	1,88776	95,9141
2033	22,6283	1,78885	1,88776	107,256
2034	22,6299	1,78885	1,88776	119,854

En el analisis de sensibilidad del parametro de costos en la alternativas 2 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **0,25%** de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS

alternativa 3				
Año	Prueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	22,756	1,78885	1,88776	5,929
2016	22,6945	1,78885	1,88776	7,83228
2017	22,6807	1,78885	1,88776	9,1012
2018	22,5563	1,78885	1,88776	10,7123
2019	22,4212	1,78885	1,88776	12,6563
2020	22,2065	1,78885	1,88776	15,1291
2021	21,8862	1,78885	1,88776	18,3606
2022	21,5018	1,78885	1,88776	22,5907
2023	20,9079	1,78885	1,88776	28,6315
2024	20,1392	1,78885	1,88776	37,4109
2025	19,1636	1,78885	1,88776	50,8276
2026	18,9357	1,78885	1,88776	64,4727
2027	20,8091	1,78885	1,88776	64,3427
2028	22,6673	1,78885	1,88776	61,504
2029	22,663	1,78885	1,88776	68,7489
2030	22,6519	1,78885	1,88776	76,8953
2031	22,6612	1,78885	1,88776	85,849
2032	22,6649	1,78885	1,88776	95,9141
2033	22,6568	1,78885	1,88776	107,256
2034	22,6511	1,78885	1,88776	119,924

En el análisis de sensibilidad del parámetro de costos en la alternativas 3 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **10,49 %** de variación de resultados.

Resultados de programa estadístico statgraphics y análisis de sensibilidad de los resultados para el tramo: TOMATITAS-ERQUIZ-Cr. CADILLAR:

- PRUEBA DE HIPÓTESIS IMD
- PRUEBA DE HIPÓTESIS IRI
- PRUEBA DE HIPÓTESIS N° BACHES
- PRUEBA DE HIPÓTESIS COSTOS TRAMO

PRUEBA DE HIPOTESIS IMD

Año	Prueba t estadístico t	Prueba de signos estadístico para grandes muestras	Prueba de rangos con signo estadístico para grandes muestras	Prueba de chi-cuadrada Chi-cuadrado calculado
2015	12,6663	1,78885	1,88776	39177,2
2016	12,612	1,78885	1,88776	41369,2
2017	12,6458	1,78885	1,88776	43122,8
2018	12,5626	1,78885	1,88776	45774
2019	12,5867	1,78885	1,88776	47841,2
2020	12,6301	1,78885	1,88776	49888,8
2021	12,6004	1,78885	1,88776	52503,2
2022	12,6276	1,78885	1,88776	54834,8
2023	12,5976	1,78885	1,88776	57794,8
2024	12,6343	1,78885	1,88776	60346
2025	12,6369	1,78885	1,88776	63241,2
2026	12,6506	1,78885	1,88776	66305,2
2027	12,6264	1,78885	1,88776	69703,2
2028	12,5843	1,78885	1,88776	73599,2
2029	12,6193	1,78885	1,88776	76958,8
2030	12,635	1,78885	1,88776	80580
2031	12,6612	1,78885	1,88776	84217,2
2032	12,6624	1,78885	1,88776	88434
2033	12,6519	1,78885	1,88776	93098,8
2034	12,6835	1,78885	1,88776	97241,2

Los resultados de las alternativas que arroja el HDM-4 para el tramo Tomatitas-Erquiz-Cadillar, para realizar un análisis de sensibilidad se han tomado cuatro parámetros principales, que son los siguientes: Volumen de tráfico, índice de regularidad, número de baches y costo de tramo.

Para el Volumen de tráfico de todas sus alternativas, en la interpretación de estas desviaciones muestra resultados coherentes y otras dispersas, es decir que las desviaciones estén en el mismo rango o varíen muy poco, por ejemplo los datos del chi-cuadrado presenta mucha dispersión de homogeneidad de sus valores, con resultados sensibles exagerados, en la prueba con rangos con signo y prueba de signo demuestra que no hay variación en la sensibilidad del volumen cuando se aplica la estadística de sensibilidad porque presenta resultados de 0% y no afecta a la variación de la sensibilidad.

En la caso de la prueba t se adopta como la prueba más confiable, ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **1,72 %** de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS IRI

ALTERNATIVA 1-2

Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadistico t	estadistico para grandes muestras	estadistico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	5,44165	1,78885	1,88776	47,5211
2016	5,85616	1,78885	1,88776	49,9633
2017	6,26701	1,78885	1,88776	52,4409
2018	6,65539	1,78885	1,88776	55,2523
2019	7,53172	1,78885	1,88776	49,0914
2020	8,5226	1,78885	1,88776	43,3269
2021	10,1136	1,78885	1,88776	33,7913
2022	12,3967	1,78885	1,88776	24,4691
2023	15,4518	1,78885	1,88776	17,1056
2024	19,8619	1,78885	1,88776	11,1469
2025	29,2297	1,78885	1,88776	5,42408
2026	49,5686	1,78885	1,88776	1,98752
2027	132,333	1,78885	1,88776	0,288
2028	s/r	s/r	s/r	s/r
2029	s/r	s/r	s/r	s/r
2030	s/r	s/r	s/r	s/r
2031	s/r	s/r	s/r	s/r
2032	s/r	s/r	s/r	s/r
2033	s/r	s/r	s/r	s/r
2034	s/r	s/r	s/r	s/r

En la prueba de sensibilidad en la hipótesis del IRI de las alternativas 1-2 se puede observar que la prueba de chi-cuadrado no existe mucha variación se considera como prueba aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad mayor al 100% de variación de resultados.

de variación de resultados. En la prueba de rangos de signos y en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad y no se considera como válido.

Con la prueba t de student se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS IRI

ALTERNATIVA 3

Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrado
	estadistico t	estadistico para grandes muestras	estadistico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	6,71684	1,1547	1,33631	4,88927
2016	7,39734	1,1547	1,33631	5,18007
2017	8,11808	1,1547	1,33631	5,40727
2018	8,76906	1,1547	1,33631	5,71287
2019	9,43267	1,1547	1,33631	5,9966
2020	10,9058	1,1547	1,33631	4,5146
2021	10,9207	1,1547	1,33631	4,7336
2022	10,9463	1,1547	1,33631	4,95087
2023	10,9039	1,1547	1,33631	5,24347
2024	10,9065	1,1547	1,33631	5,5082
2025	12,4027	1,1547	1,33631	4,1864
2026	12,4183	1,1547	1,33631	4,39087
2027	12,4331	1,1547	1,33631	4,60027
2028	12,4447	1,1547	1,33631	4,82807
2029	12,4301	1,1547	1,33631	5,0822
2030	13,9847	1,1547	1,33631	3,86447
2031	14,0335	1,1547	1,33631	4,0362
2032	13,9855	1,1547	1,33631	4,26887
2033	13,9963	1,1547	1,33631	4,48187
2034	14,0065	1,1547	1,33631	4,70007

En la prueba de hipótesis del IRI de la alternativa 3 se puede observar que la prueba de chi-cuadrado no existe mucha variación se considera como prueba aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **18,92 %** de variación de resultados. En la prueba de rangos de signos y en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad y no se considera como válido.

Con la prueba t de student se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS N° baches

alternativa 1				
Año	Prueba t estadístico t	Prueba de signos estadístico para grandes muestras	Prueba de rangos con signo estadístico para grandes muestras	Prueba de chi-cuadrado Chi-cuadrado calculado
2015	4,20316	1,78885	1,88776	901,429
2016	4,2037	1,78885	1,88776	1001,03
2017	2,99444	1,78885	1,88776	1543,98
2018	2,01184	1,78885	1,88776	2487,77
2019	2,01172	1,78885	1,88776	2776,76
2020	1,92774	1,78885	1,88776	3228,34
2021	1,8458	1,78885	1,88776	3761,09
2022	1,84587	1,78885	1,88776	4221,01
2023	1,84086	1,78885	1,88776	4757,53
2024	1,83555	1,78885	1,88776	5374,58
2025	1,83566	1,78885	1,88776	6067,14
2026	1,83587	1,78885	1,88776	6862,13
2027	1,83576	1,78885	1,88776	7779,63
2028	1,83576	1,78885	1,88776	8837,9
2029	1,83582	1,78885	1,88776	10062,4
2030	1,83568	1,78885	1,88776	11484,3
2031	1,83569	1,78885	1,88776	13137,5
2032	1,83582	1,78885	1,88776	15062,1
2033	1,83577	1,78885	1,88776	17314,4
2034	1,8357	1,78885	1,88776	19953,3

En la prueba de hipótesis del número de baches de las alternativas 1 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación de sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student, es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad mayor al 100% de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS N° baches

alternativa 2				
Año	Prueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	3,11703	3,11703	1,33631	221,762
2016	3,11806	3,11703	1,33631	246,198
2017	3,11735	3,11703	1,33631	274,014
2018	3,11736	3,11703	1,33631	305,292
2019	3,11694	3,11703	1,33631	340,866
2020	3,11698	3,11703	1,33631	381,156
2021	3,11821	3,11703	1,33631	426,612
2022	3,11788	3,11703	1,33631	478,951
2023	3,1179	3,11703	1,33631	538,576
2024	3,11709	3,11703	1,33631	606,913
2025	3,11694	3,11703	1,33631	685,24
2026	3,11822	3,11703	1,33631	774,605
2027	3,11805	3,11703	1,33631	878,224
2028	3,11798	3,11703	1,33631	997,704
2029	3,11772	3,11703	1,33631	1136,21
2030	3,11783	3,11703	1,33631	1296,42
2031	3,11807	3,11703	1,33631	1482,95
2032	3,11781	3,11703	1,33631	1700,61
2033	3,11749	3,11703	1,33631	1955
2034	3,11779	3,11703	1,33631	2252,55

En la prueba de hipótesis del número de baches de las alternativas 2 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **0,076 %** en variación de resultados, es la que mejor se ajusta en las interpretación de desviaciones, entonces hay una sensibilidad mínima en la variable y afectaría a los resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS N° baches

alternativa 3				
Año	Pueba t estadístico t	Prueba de signos estadístico para grandes muestras	Prueba de rangos con signo estadístico para grandes muestras	Prueba de chi-cuadrada Chi-cuadrado calculado
2015	4,20316	1,78885	1,88776	901,429
2016	4,2037	1,78885	1,88776	1001,03
2017	4,2037	1,78885	1,88776	1113,48
2018	4,20359	1,78885	1,88776	1240,82
2019	4,2038	1,78885	1,88776	346,358
2020	s/r	s/r	s/r	s/r
2021	s/r	s/r	s/r	s/r
2022	s/r	s/r	s/r	s/r
2023	s/r	s/r	s/r	s/r
2024	s/r	s/r	s/r	s/r
2025	s/r	s/r	s/r	s/r
2026	s/r	s/r	s/r	s/r
2027	s/r	s/r	s/r	s/r
2028	s/r	s/r	s/r	s/r
2029	s/r	s/r	s/r	s/r
2030	s/r	s/r	s/r	s/r
2031	s/r	s/r	s/r	s/r
2032	s/r	s/r	s/r	s/r
2033	s/r	s/r	s/r	s/r
2034	s/r	s/r	s/r	s/r

En la prueba de hipótesis del número de baches de las alternativas 3 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS TRAMO

alternativa 1				
Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadistico t	estadistico para grandes muestras	estadistico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	13,434	1,78885	1,88776	0,53248
2016	13,4086	1,78885	1,88776	0,62588
2017	13,3947	1,78885	1,88776	0,68892
2018	13,4882	1,78885	1,88776	0,74428
2019	13,4243	1,78885	1,88776	0,82228
2020	13,3551	1,78885	1,88776	0,9108
2021	13,4357	1,78885	1,88776	0,98652
2022	13,3861	1,78885	1,88776	1,09208
2023	13,4093	1,78885	1,88776	1,19372
2024	13,4304	1,78885	1,88776	1,29992
2025	13,42	1,78885	1,88776	1,39008
2026	13,4512	1,78885	1,88776	1,44372
2027	13,4723	1,78885	1,88776	1,50688
2028	13,3585	1,78885	1,88776	1,6014
2029	13,4234	1,78885	1,88776	1,65892
2030	13,4109	1,78885	1,88776	1,74032
2031	13,409	1,78885	1,88776	1,82092
2032	13,4022	1,78885	1,88776	1,91028
2033	13,4255	1,78885	1,88776	1,9948
2034	13,3909	1,78885	1,88776	2,09888

En el análisis de sensibilidad del parámetro de costos en la alternativas 1 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student, es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **4,31 %** de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS TRAMO

alternativa 2				
Año	Prueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	13,581	1,78885	1,88776	0,5296
2016	13,5437	1,78885	1,88776	0,6228
2017	13,5073	1,78885	1,88776	0,68732
2018	13,5919	1,78885	1,88776	0,74428
2019	13,4332	1,78885	1,88776	0,83452
2020	13,4489	1,78885	1,88776	0,9108
2021	13,4438	1,78885	1,88776	0,99992
2022	13,4717	1,78885	1,88776	1,09208
2023	13,4912	1,78885	1,88776	1,19372
2024	13,5089	1,78885	1,88776	1,29992
2025	13,5105	1,78885	1,88776	1,38552
2026	13,5257	1,78885	1,88776	1,44372
2027	13,47	1,78885	1,88776	1,52212
2028	13,4292	1,78885	1,88776	1,6014
2029	13,4929	1,78885	1,88776	1,65892
2030	13,4921	1,78885	1,88776	1,73512
2031	13,4753	1,78885	1,88776	1,82092
2032	13,4699	1,78885	1,88776	1,9076
2033	13,4361	1,78885	1,88776	2,00672
2034	13,4144	1,78885	1,88776	2,10892

En el análisis de sensibilidad del parámetro de costos en la alternativas 2 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student, es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **16,66%** de variación de resultados.

PRUEBA DE HIPOTESIS COSTOS TRAMO

alternativa 3				
Año	Pueba t	Prueba de signos	Prueba de rangos con signo	Prueba de chi-cuadrada
	estadístico t	estadístico para grandes muestras	estadístico para grandes muestras	Chi-cuadrado calculado
2015	13,434	1,78885	1,88776	0,53248
2016	13,4086	1,78885	1,88776	0,62588
2017	13,3995	1,78885	1,88776	0,68732
2018	13,3942	1,78885	1,88776	0,75592
2019	16,4139	1,78885	1,88776	0,89488
2020	13,375	1,78885	1,88776	0,82228
2021	13,3601	1,78885	1,88776	0,92552
2022	13,4448	1,78885	1,88776	0,9694
2023	13,4282	1,78885	1,88776	1,0318
2024	16,0292	1,78885	1,88776	1,17668
2025	13,4272	1,78885	1,88776	1,06332
2026	13,4054	1,78885	1,88776	1,19588
2027	13,3596	1,78885	1,88776	1,2802
2028	13,4613	1,78885	1,88776	1,33972
2029	15,7459	1,78885	1,88776	1,5194
2030	13,42	1,78885	1,88776	1,39008
2031	13,4025	1,78885	1,88776	1,56408
2032	13,4234	1,78885	1,88776	1,65892
2033	13,448	1,78885	1,88776	1,7606
2034	15,4771	1,78885	1,88776	1,97532

En el análisis de sensibilidad del parametro de costos en la alternativas 3 se puede observar que la prueba chi-cuadrado existe mucha variación y se vuelve inconsistente con valores dispersos muy altos de probabilidad de resultados. En la prueba de rangos de signos no existe variación por lo que no afecta a la sensibilidad y no se considera como válido y lo mismo ocurre en la prueba de signos presenta una variación de 0 % no afecta a la variación sensibilidad.

Se considera a la prueba t de student , es aceptable de grado de sensibilidad ya que su variación de sensibilidad entre el máximo y mínimo es de **1,4%** de variación de resultados, sin tomar en cuenta el ultimo valor del mínimo porque se visualiza que esta fuera de rango en

5.1. Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES.

- El modelo HDM-4 es un programa muy amplio con muchos componentes cuya base para obtención de resultados confiables y satisfactorios es la BASE DE DATOS de condiciones locales.
- Con paquetes computacionales como el HDM IV es posible a niveles gerenciales establecer estrategias para encarar planes de mantenimiento, conservación y rehabilitación de carreteras más convenientes aplicables a tramos similares a los del estudio.
- El HDM IV permite cuantificar los beneficios y costos, valorar la aplicación o no de una estrategia, determinar los deterioros y cuando se van a dar estas condiciones de la carretera y es muy útil en el desarrollo de: Análisis de programación para la preparación de programas de trabajo a través de uno o varios años.
- Se han estudiado tres tramos con el objeto de comparar los resultados de la sensibilidad de las variables de entrada en el plan de estrategias de manera de evaluar el grado de sensibilidad.
- En conclusión a los resultados de sensibilidad de las variables de entrada del tramo **Palos Blancos –Isiri**, muestran que la mayor sensibilidad tiene es la variable del número de baches por que supera el 100% de hipótesis, es decir que los valores de numero de baches deben ser confiables y bien inventariado, cualquier variación de este número de baches por ser la actividad principal de mantenimiento al baches ejerce mayor variación en los resultados del HDM-4. Los demás parámetros de entrada como Volumen de tráfico bajo la prueba de t de student va haber una variabilidad en su sensibilidad con respecto a los valores de 5,83 %, el parámetro

- del IRI bajo la prueba de rangos con signo va haber una variabilidad en su sensibilidad con respecto a los valores de 9,21 %.
- En el parámetro de costos la alternativa propuesta, bajo la prueba de t de student va haber una variabilidad en su sensibilidad con respecto a los valores de 19.85 %, en comparación con las otras alternativas, por lo que resulta la alternativa menor.
 - En conclusión a los resultados de sensibilidad del tramo **Bermejo-San Antonio**, la que mayor sensibilidad tiene de las cuatro variables estudiadas es el IRI con el 100% de hipótesis, es decir que el modelo HDM-4 es muy sensible a las variables de IRI y el Número de Baches, mientras los otros parámetros de entrada como el Volumen de tráfico bajo la prueba de t de student va haber una variabilidad en su sensibilidad con respecto a los valores de 28,91 % y el parámetro del número de baches de bajo la prueba de t de student es de 5,66 % .
 - En el parámetro de costos la alternativa propuesta, bajo la prueba de t de student va haber una variabilidad en su sensibilidad con respecto a los valores de **0,25%** en comparación con las otras alternativas.
 - En conclusión a los resultados de sensibilidad del tramo **Tomatitas-Erquiz-Cr.Cadillar**, la que mayor sensibilidad tiene de las cuatro variables estudiadas es el IRI y el Número de Baches por que supera el 100% de hipótesis, es decir que el modelo HDM-4 es muy sensible a las variables de IRI y el Número de Baches mientras las otras variable de volumen de tráfico bajo la prueba de t de student va haber una variabilidad en su sensibilidad con respecto a los valores de 1,72 %.
 - En el parámetro de costos de la totalidad de las alternativas, la alternativa propuesta bajo la prueba de t de student es de 1,4% en comparación con las otras alternativas, por lo que resulta la alternativa 3 de menor variabilidad en su sensibilidad.
 - Como conclusión final expresamos que las variables estudiadas tienen una alta sensibilidad en los resultados del HDM IV por tanto es necesario que la base de

datos de estos parámetros deben tener buena confiabilidad porque pone en riesgo los resultados del HDM IV y una distorsionada estrategia de planificación de los deterioros.

RECOMENDACIONES

- En cuanto la operación del modelo HDM-4 el mayor problema es la falta de ciertos datos precisos que requiere el modelo, datos que en nuestro país no se analizan. Por ejemplo, en la Configuración se necesitan los datos de patrón de intensidad de tráfico, específicamente los periodos de flujo, estos no se estudian en nuestro país.
- Se recomienda tener mayor certeza en los datos ya que puede afectar en el comportamiento de cada variable y hace que el modelo HDM-4 sea sensible a los resultados, para esto debemos tener una base de datos exacto que para nuestro país es muy difícil.