



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE VIALIDAD

**ESTUDIO BÁSICO “ANÁLISIS SISTEMA DE EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS VIALES
INTERURBANOS”**

INFORME DE ETAPA N°5

“Informe Final”

ANEXO E

Visión General HDM-4

Object MDS

Visión General del Object Maestro

El presente instructivo pretende ser una introducción al espacio de trabajo de HDM-4 revisando cada una de las características contenidas en un archivo Object. Para ello se tomará como ejemplo y base el Object Maestro publicado por el Sistema Nacional de Inversión (SIN).

El software HDM-4 contiene 7 módulos dentro de su interfaz principal (Figura 1). Estos módulos se dividen entre gestores o manejadores de datos y herramientas de análisis. Los gestores de datos contienen información relevante para la modelación de los proyectos, mientras que las herramientas permiten realizar la modelación a partir de los datos definidos en los primeros módulos, para luego realizar la corrida teniendo como uno de los resultados la evaluación social del proyecto.

Por el lado de los gestores de datos se tienen los módulos:

- Flotas Vehiculares
- Redes de Carreteras
- Estándares de Trabajo
- Configuración

Las herramientas de análisis con las que cuenta el programa son:

- Proyecto
- Programa
- Estrategia

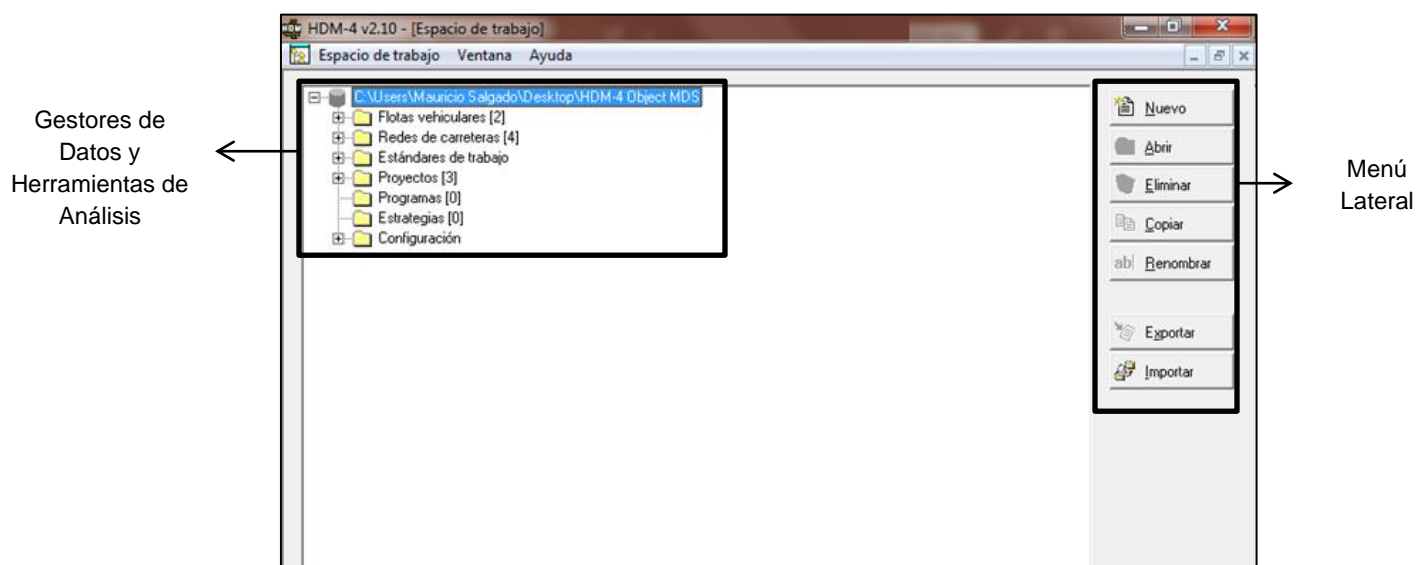


Figura 1. Interfaz Principal HDM-4.

Dentro de la interfaz del proyecto es importante mencionar el menú lateral, el cual contiene las funciones básicas del software respecto a cada uno de los módulos. En este menú se encuentran las siguientes opciones:

- **Nuevo:** Permite crear un nuevo elemento en cualquiera de los módulos. Al clicar sobre este botón se despliega un menú con las opciones de los elementos que es posible crear.
- **Abrir:** Permite abrir cada uno de los elementos contenidos en los módulos. Al hacer doble clic sobre el elemento se cumple la misma función.
- **Eliminar:** Permite eliminar un elemento dentro de los módulos (también funciona marcando el elemento y presionando la tecla Suprimir). El software antes de eliminar el elemento consultará al formulador si está seguro de la acción.
- **Copiar:** Permite copiar un elemento con las mismas características que el original. Se solicita renombrar el elemento, de manera de no confundir el original con la copia.
- **Renombrar:** Permite cambiar el nombre de algún elemento.
- **Exportar:** Permite exportar el elemento seleccionado, para lo cual se solicita indicar el lugar donde se va a almacenar.
- **Importar:** Permite importar un elemento. Se debe tener especial atención con este tipo de acción, debido a que para importar un elemento se debe tener configurado el object con los mismos elementos base y con los mismos nombres, de lo contrario, la incorporación del elemento será infructuosa o será parcial, perdiendo características del mismo.

A continuación se repasarán cada uno de los módulos, especificando las características y lo contenido en el Object Maestro, de modo de orientar el contenido de este archivo, el cual está concebido como la base de la modelación en HDM-4 para proyectos desarrollados en el territorio nacional.

Se comienza con el módulo **Configuración**, el cual contiene los sub módulos:

- Modelos de Tránsito
- Tipos de Velocidad/Capacidad
- Tipos de Accidentes
- Zonas Climáticas
- Unidad Monetaria
- Datos y Tablas Agregadas de tramo
- Parámetros de Calibración
- Series de Calibración

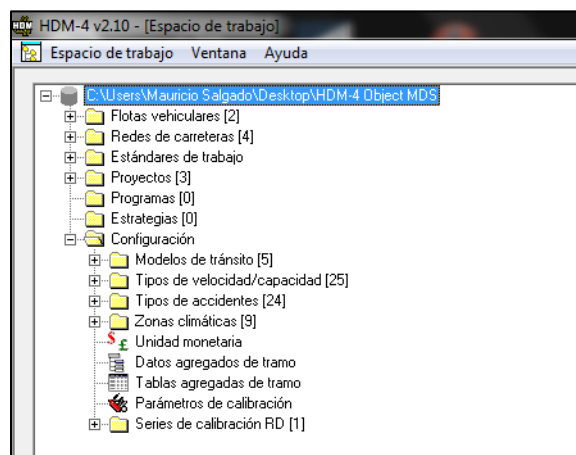


Figura 2. Interfaz Principal HDM-4.

Los **Modelos de Tránsito** reflejan la distribución del tránsito vehicular durante las 8.760 horas del año, identificando cada uno de los horarios característicos según el comportamiento del tránsito en el tipo de vía, donde se incluyen los periodos de horario punta y los periodos de horario valle. El Object Maestro contiene 5 modelos de tránsito precargados:

- Autopista en Zona Urbana
- Autopista Interurbana
- Tránsito Constante
- Tránsito Estacional
- Tránsito Mixto (Interurbano)

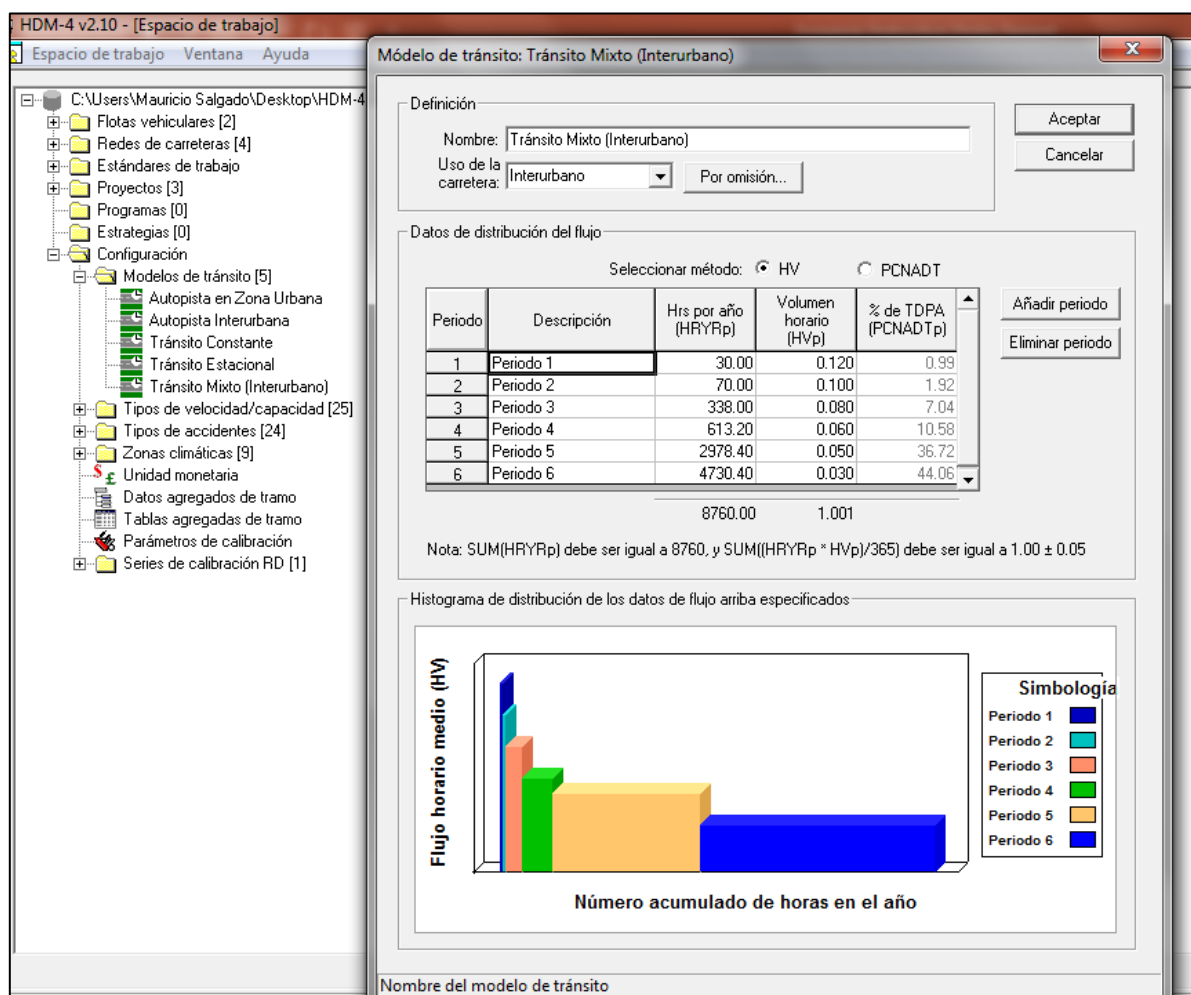


Figura 3. Modelos de Tránsito.

Los **Tipos Velocidad Capacidad**, son modelos asociados a la capacidad de la vía, donde sumado al nivel y los modelos de tránsito mencionados anteriormente, definen el nivel de congestión de cada uno de los periodos. Aquello repercute directamente en la velocidad de operación de la vía, por ende en los tiempos de viaje y los costos de operación vehicular. El Object Maestro cuenta con 7 tipos velocidad capacidad, diferenciados por tipo de vía y velocidad de última de circulación.

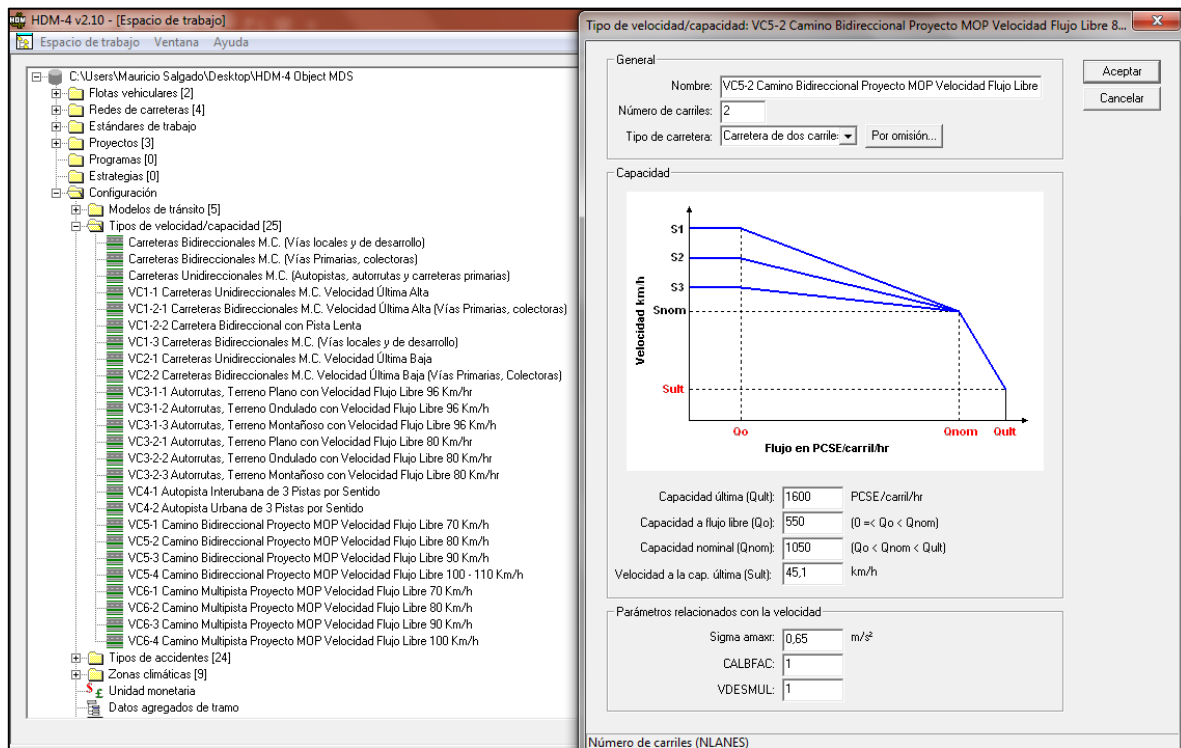


Figura 4. Tipos Velocidad Capacidad.

Dentro del modelo se incluyen **Tipos de Accidentes**, que más bien son tasas de accidentes las cuales se expresan por el número de accidentes por cada 100 millones de vehículos por cada kilómetro, tasas que además son diferenciadas por tipología de accidente donde se incluyen accidentes que solo provocan daños materiales (Solo Daños), lesiones en las personas (Lesionados) y con víctimas fatales (muertes).

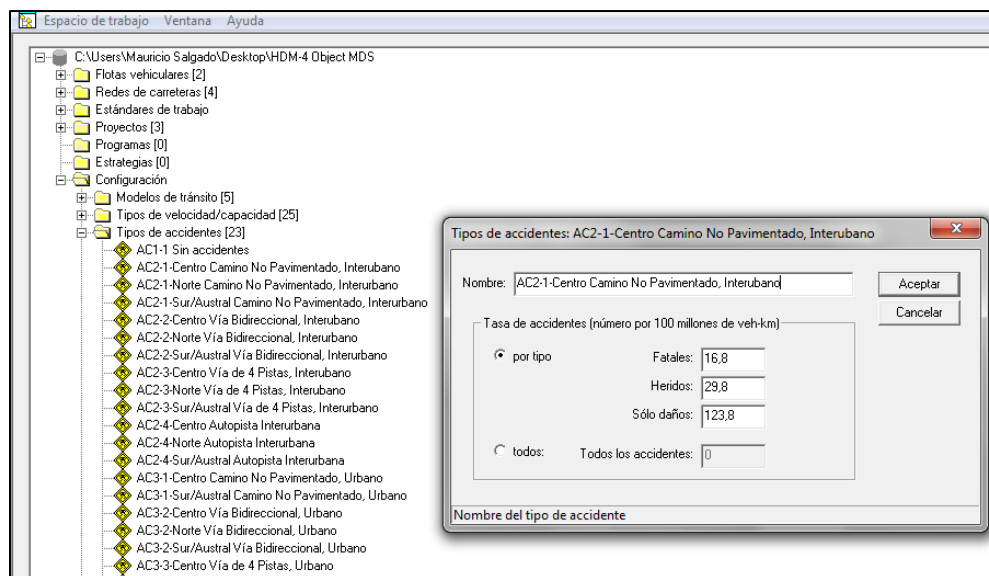


Figura 5. Tipos de Accidentes.

Dentro de la configuración se incluyen las **Zonas Climáticas**, parámetro utilizado para la modelación del deterioro de algunos tipos de pavimentos. En la definición de estas zonas climáticas se recoge información sobre temperatura, humedad y precipitaciones, lo que

permite caracterizar la zona donde se emplazan los proyectos. El Object Maestro contiene 10 zonas climáticas las cuales caracterizan las principales zonas del país.

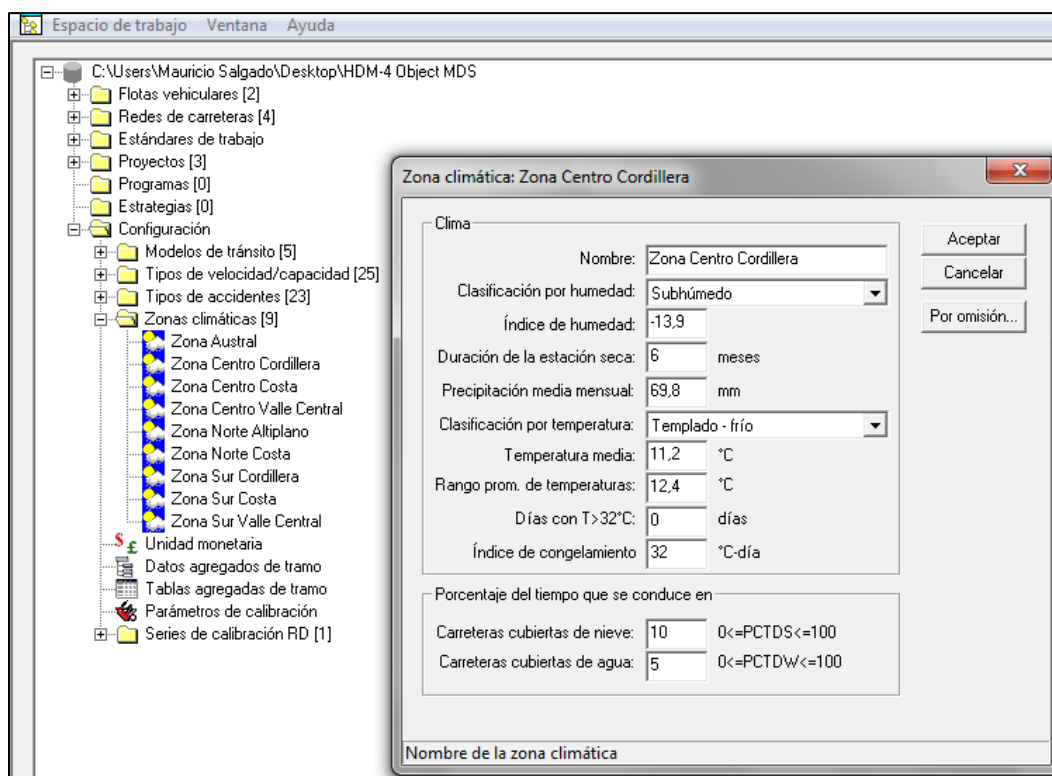


Figura 6. Zonas Climáticas.

La **Unidad Monetaria** define el tipo de moneda que se utiliza para los costos de inversión, construcción, mantenimiento, insumos de los vehículos y costos del tiempo de viaje. En esta sección es posible crear, modificar o eliminar el tipo de moneda. El Object Maestro contiene la unidad Miles Pesos . Es importante mencionar que en esta sección solo se define el tipo de moneda y no es posible especificar la tasa de cambio entre una u otra moneda.+

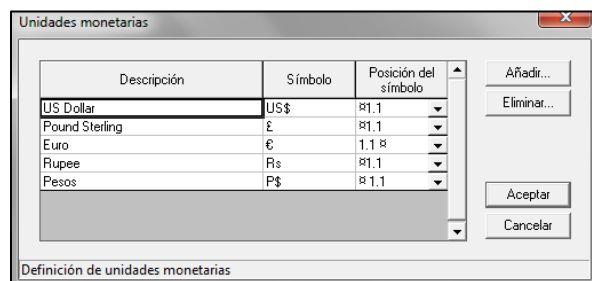


Figura 7. Unidad Monetaria.

Los **Datos y Tablas Agregadas por Tramo** son los datos definidos por defecto cuando se realiza la definición de los tramos. En ellos se parte desde una definición cualitativa para entregar un valor cuantitativo. Por ejemplo, se define una condición buena, regular y mala para la condición del pavimento, lo cual se representa en un porcentaje de agrietamiento o en un valor de IRI acorde a la condición. El Object Maestro contiene las características cualitativas y cuantitativas acordes a la realidad nacional en relación a:

- Volumen de Tránsito
- Tipo de Carretera
- Tipo de Geometría
- Calidad de la Compactación
- Adecuación Estructural
- Calidad de la Rodadura
- Condición Superficial
- Textura Superficial

Parámetros agregados de la red de carreteras

Parámetros agregados:

- ☒ Volumen de tránsito
- ☐ Tipo de carretera
- ☐ Tipo de geometría
- ☐ Calidad de compactación
- ☐ Adecuación estructural
- ☐ Calidad de la rodadura
- ☐ Condición superficial
- ☐ Textura superficial

Descriptores:

- Muy Bajo [Vías locales y de desarrollo]
- Bajo [Vías Colectoras]
- Medio [Primarias]
- Alto [Autorutas]
- Muy Alto [Autopistas]

Añadir Eliminar Renombrar

Editar las tablas relacionadas... Aceptar Cancelar

Tablas de parámetros de agregados de la red de carreteras

Resistencia del pavimento | Capas asfálticas | Deterioros superficiales | Textura superficial

TDPA | Geometría | Calidad de la compactación | Irregularidad

	TDPA para la clase de superficie		
	Asfáltica	No pav.	Concreto
Muy Bajo [Vías]	300	50	300
Bajo [Vías]	1500	100	1500
Medio [Primarias]	6000	200	6000
Alto [Autorutas]	15000	450	15000
Muy Alto	30000	750	30000

Definición agregada del TDPA

Aceptar Cancelar Aplicar

Figura 8. Datos y Tablas Agregadas por Tramo.

Los **Parámetros de Calibración** establecen los valores para el deterioro del pavimento y los efectos de los trabajos sobre la estructura, tanto para superficies pavimentadas como no pavimentadas.

Parámetros de calibración del espacio de trabajo

Asfáltico | No pavimentada

Deterioro del pavimento

Umbral de inicio de baches por agrietamiento estructural ancho: 20 %

Umbral de inicio de baches por desprendimientos: 30 %

Máximo espesor de capa asfáltica para efectos de flujo plástico: 100 mm

Efectos de los trabajos

Área de agrietamiento estructural ancho que inicia las reparaciones: 20 %

% de grietas estruct. anchas que excede TRIGACW por reparar: 10 %

Área de agrietamiento térmico que inicia las reparaciones: 10 %

% agrietamiento térmico que excede TRIGACT por reparar: 20 %

Trabajos preparatorios	Sellos	Sobrecarpetas
Agrietamiento estructural	Rep. agriet. anch.	Nada
Agrietamiento térmico	Seal	Nada
Rotura de borde	Reparar	Reparar
Rotura de bordes	Reparar	Reparar

Reestablecer valores por omisión

Aceptar Cancelar Aplicar

% para el cual aparecen los baches generados por agrietamiento estructural ancho (ARWpi)

Figura 9. Parámetros de Calibración.

Las **Serie de Calibración** contienen los factores de los modelos de deterioro (tanto de inicio como de progresión) para los distintos tipos de pavimentos que pueda contener la

modelación de un proyecto (asfáltico, rígido y no pavimentado). El Object Maestro contiene la serie de **Calibración Chile**, el cual contiene los juegos de calibración para los distintos tipos de pavimentos presentes en la Red Vial Nacional (Asfáltico, Tratamiento Superficial, Pavimento Rígido y No Pavimentada), diferenciados por macro región (Norte, Centro, Sur y Austral).

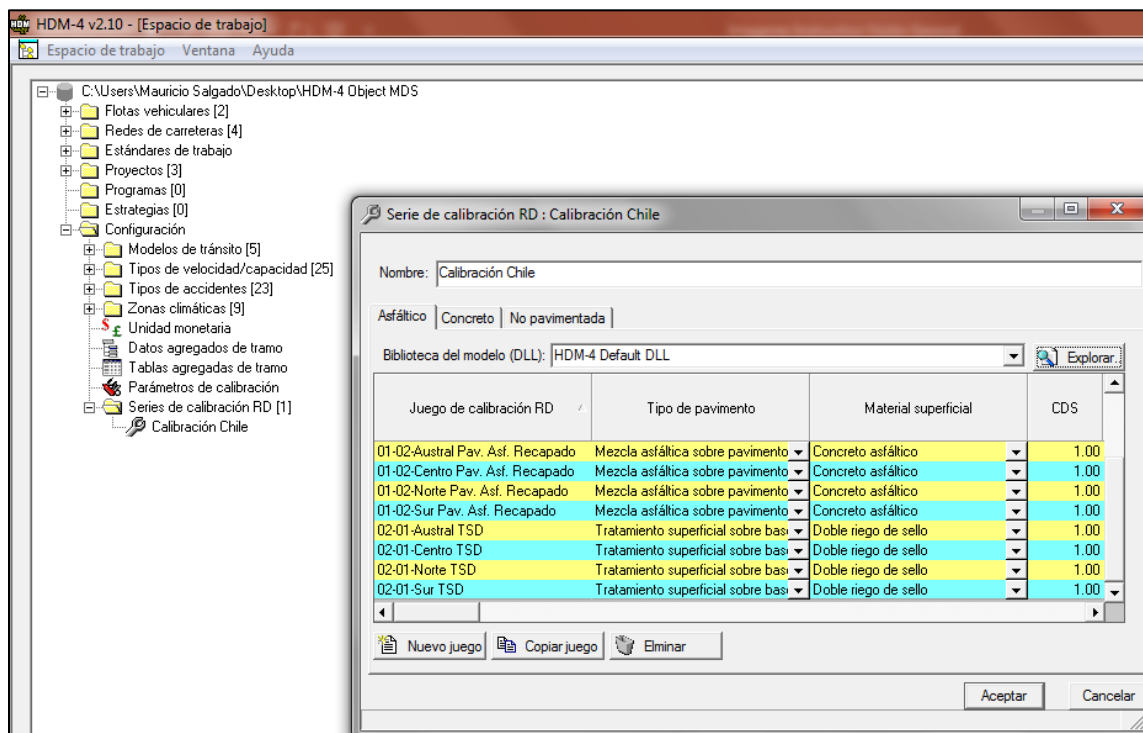


Figura 10. Serie de Calibración.

Ninguna de las características de la Configuración debe ser modificada debido a que estas son el resultado de los estudios de “Configuración y Parametrización del modelo HDM-4 a las Condiciones de Chile” y “Calibración de Modelos de HDM-4 Chile”. La modificación de estas características debe ir de la mano de estudios que persigan actualizar dichos datos debido a un aumento en la cantidad y calidad de la información disponible que hagan pensar que es necesaria una modificación de alguna de las categorías anteriormente descritas.

En el módulo **Flotas Vehiculares** se definen las distintas flotas que podrían ser parte de la modelación de los proyectos a evaluar. Para cada flota se definen los tipos de vehículos que las conforman, sus características físicas y los costos económicos asociados.

El Object Maestro contiene solo una flota vehicular:

- Flota para Perfil Chile

En la Figura 11, 12 y 13, se muestra como ejemplo las características que contiene cada uno de los vehículos, donde es importante recalcar que en la ventana que se muestra en la Figura 13 (asociada a los Costos Económicos) los precios son los definidos por el Ministerio de Desarrollo Social, los cuales deben ser actualizados año a año.

Espacio de trabajo Flota Ver Ventana Ayuda

Nombre	Tipo	Última modificación	Tipo de base	Categoría
Grupo A1	Automóviles	17-11-2017	Automóvil pequeño	Motorizado
Grupo A2	Automóviles	17-11-2017	Automóvil mediano	Motorizado
Grupo A3	Automóviles	17-11-2017	Automóvil grande	Motorizado
Grupo B1	Autobuses	17-11-2017	Autobús ligero	Motorizado
Grupo B2	Autobuses	1		
Grupo B3	Autobuses	1		
Grupo C1	Utilitarios	1		
Grupo C2	Utilitarios	1		
Grupo C3	Utilitarios	1		
Grupo CA1	Camiones	1		
Grupo CA2	Camiones	1		
Grupo CA3	Camiones	1		
Grupo CS1	Camiones	1		
Grupo CS2	Camiones	1		
Grupo CS3	Camiones	1		
Grupo SUV1	Utilitarios	1		
Grupo SUV2	Utilitarios	1		
Grupo SUV3	Utilitarios	1		
Grupo VAN1	Autobuses	1		
Grupo VAN2	Autobuses	1		

Atributos del vehículo: Grupo A1

Definición | Características básicas | Costos económicos unitarios

Nombre: Grupo A1

Tipo base: Automóvil pequeño

Clase: Automóviles

Categoría: Motorised

Descripción: automóvil compacto

Método de vida útil: ☒ Vida constante ☐ Vida óptima

Calibración...

Valores por omisión:

Aceptar

Cancelar

Ver atributos de los vehículos

Añadir vehículo
 Eliminar
 Editar...
 Descripción y u. monetaria...
 Editar grec. del tránsito...

Figura 11. Definición Vehículo.

Atributos del vehículo: Grupo A1

Definición | Características básicas | Costos económicos unitarios

Físicas

Espacios equivalentes en vehículos de pasajeros: 1

Número de ruedas: 4

Número de ejes: 2

Neumáticos

Tipo de neumático: Radial

No. de renovaciones: 0

Costo de renovación: 0 %

Utilización

km anuales: 19221 km

Hrs. laborables: 550 hrs

Vida promedio: 8 años

Uso privado: 25 %

Pasajeros: 1 personas

Viajes de trabajo: 75 %

Calcular...

Carga

ESALF: 0

Peso en operación: 1,36 ton

Calcular...

Calibración...

Valores por omisión:

Aceptar

Cancelar

Factor de espacios equivalentes de automóviles de pasajeros (PCSE)

Figura 12. Características Básicas.

Atributos del vehículo: Grupo A1

Definición | Características básicas | Costos económicos unitarios

Recursos del vehículo

Vehículo nuevo: 2585e+006 Mano de obra mantenimiento: 4353 por hora

Remplazo neumático: 34102 Salarios de los operadores: 0 por hora

Combustible: 368 por litro Gastos generales anuales: 0

Lubricante: 4862 por litro Interés anual: 23.69 %

Valor del tiempo

Pasajero tiempo de trabajo: 18833 por hora Retraso de carga: 0 por hora

Pasajero tiempo de ocio: 0 por hora

Todos los costos deben expresarse en la unidad monetaria de la flota - Pesos

Calibración...

Valores por omisión:

Aceptar

Cancelar

Costo promedio del retraso de carga (por hora)

Figura 13. Costos Económicos unitarios.

El Object Maestro contiene la Flota para Perfil Chile, la cual es una simplificación de la Flota Chile 2017, reduciendo el número de vehículos de 20 a 5, de modo de adecuarse a la información que se utiliza frecuentemente en las evaluaciones, donde se utilizan las categorías de:

- Autos
- Camionetas
- Buses
- Camión Simple
- Camión de +2 Ejes

Es dentro de la Flota Vehicular donde también se definen las Tasas de Crecimiento. El Object Maestro contiene incorporada las tasas de crecimiento definidas por MDS, sin embargo en la medida que se cuente con mayor información será necesario definir la tasa de crecimiento de tránsito característica para cada proyecto en particular.

En el módulo **Red de Carreteras** es donde se definen los tramos a considerar para la modelación del proyecto. La definición de los tramos implica la definición del tipo de vía, longitud, ancho de calzada, ancho de berma, tipo de superficie, condición de la superficie, estructura, geometría, el tránsito que circula por el tramo, número de pistas, zona climática, modelo de tránsito, tipo velocidad/capacidad, tipo de accidente y la serie y juego de calibración correspondiente.

El Object Maestro contiene Redes de Carreteras con tramos de ejemplo para cada tipo de superficie y niveles de tránsito (Figura 14). Estos son meramente referenciales, por lo cual el formulador debe crear cada uno de los tramos con las características particulares de cada proyecto.

ID	Descripción	Última modificación	Clase de sup.	Tipo de pavimento	Juego de calibración RD	Long (km)	Ancho de calzada (m)	Flujo de tránsito	Ancho acot. (m)	Tipo vel./cap.	Modelo de tránsito	Tipo de accidente	Zona climática	Ti
ASF. N	Pavimento Asfáltico Original	18-07-2019	Asfáltica	Mezcla asfáltica sobre base gran.	01-01-Centro Pav. Asf. Nuevo	1.0	7.00	Dos carril	1.50	VC1-2-1 Carr	Tránsito Mixt		Zona Centro	Primar
ASF. R	Pavimento Asfáltico Recapado	18-07-2019	Asfáltica	Mezcla asfáltica sobre pavimento	01-02-Centro Pav. Asf. Recapado	1.0	7.00	Dos carril	1.50	VC1-2-1 Carr	Tránsito Mixt		Zona Centro	Primar
DTS	Tratamiento Superficial	18-07-2019	Asfáltica	Tratamiento superficial sobre base	02-01-Centro TSD	1.0	7.00	Dos carril	1.50	VC1-3 Canel	Tránsito Mixt		Zona Centro	Primar
GV	Grava	18-07-2019	No pavimentada	Grava	04-01-No Pav. Grava	1.0	6.00	Dos carril	1.00	VC1-3 Canel	Tránsito Con		Zona Centro	Tercer
HorCP	Homogén con Pasajuntas	18-07-2019	Concreto	JPCP con pasajuntas	03-02 Pav. Hor. Tradicional c/Pa	1.0	7.00	Dos carril	1.50	VC1-2-1 Carr	Tránsito Mixt		Zona Centro	Primar
HORLC	Homogén Losas Cortas	18-07-2019	Concreto	JPCP sin pasajuntas	03-03 Pav. Hor. Losas Cortas	1.0	7.00	Dos carril	1.50	VC1-2-1 Carr	Tránsito Mixt		Zona Centro	Primar
HorSP	Homogén sin Pasajuntas	18-07-2019	Concreto	JPCP sin pasajuntas	03-01-Centro Pav. Hor. Tradicion	1.0	7.00	Dos carril	1.50	VC1-2-1 Carr	Tránsito Mixt		Zona Centro	Primar
TR	Tierra	18-07-2019	No pavimentada	Tierra	04-02-No Pav. Tierra	1.0	7.00	Dos carril	1.00	VC1-2-1 Carr	Tránsito Con		Zona Centro	Tercer

Figura 14. Red de Carreteras Object Maestro.

El módulo Estándares de Trabajo se subdivide en 3 grandes secciones:

- Estándares de Conservación
- Estándares de Mejora
- Tramos de Construcción Nueva

Los **Estándares de Conservación**, como su nombre lo indica, contienen las políticas de conservación y mantenimiento. En esta sección se especifican los set de actividades y trabajos que se realizarán durante el periodo de análisis sobre el los tramos del proyecto. Para cada una de las actividades se debe especificar:

- Tipo de intervención.
- Características técnicas de la intervención.
- Umbral de intervención y/o frecuencia de la actividad.
- Costos de la intervención.
- Efectos de la actividad.

El Object Maestro contiene un catálogo de sets de políticas de conservación validadas por Gestión Vial de la Dirección de Vialidad del MOP, diferenciada por su localización, tipo de vía y nivel de tránsito

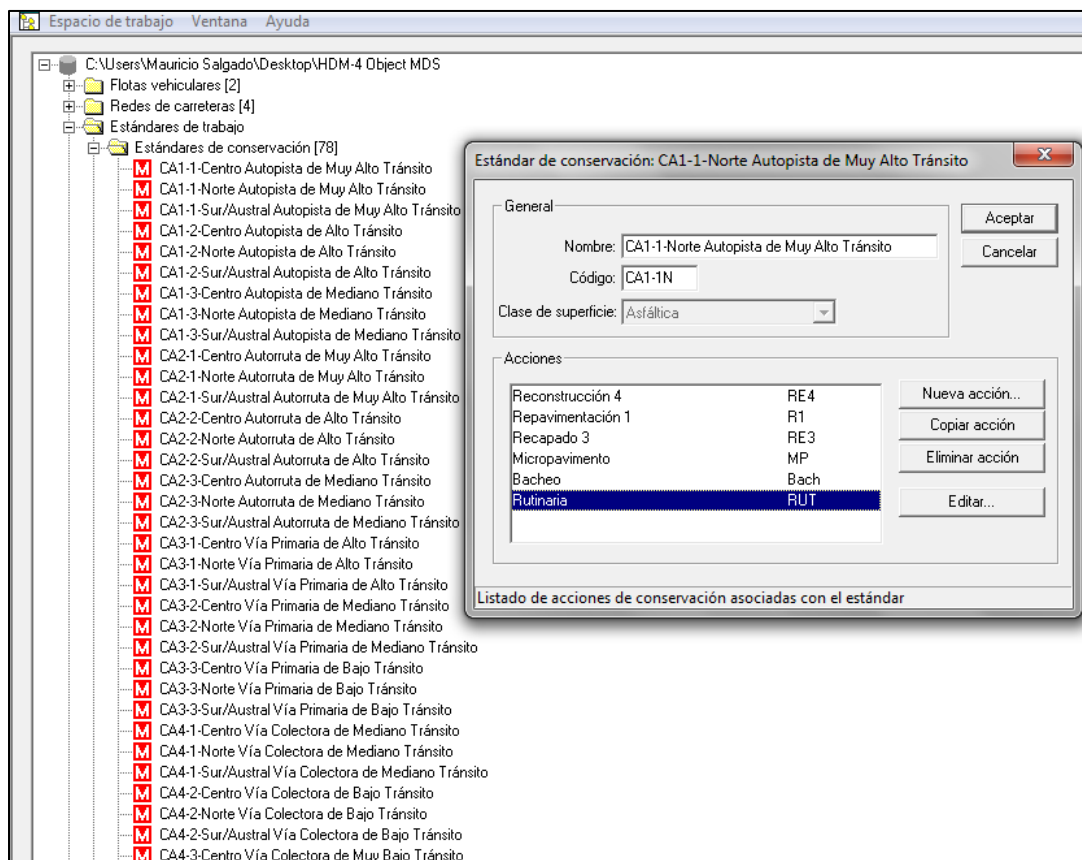


Figura 15. Estándares de Conservación.

Por su parte los **Estándares de Mejora** contienen las opciones de mejoramiento para los tramos entre los que se encuentran:

- Cambio de Estándar.
- Ensanchamiento
- Adición de Calzada
- Adición de 3 Pistas por Sentido
- Reconstrucción
- Adición de Pista de vehículos no motorizados.
- Ensanchamiento de Pista.
- Adición de Carril para Tránsito no Motorizado
- Rectificación

El Object Maestro contiene una serie de mejoramientos predefinidos, los cuales puede ser útiles como referencia para la definición de los mejoramientos particulares en caso que contengan similitud con las especificaciones del proyecto. En caso contrario, los estándares de mejora deben ser definidos por el formulador, lo cual se explica con mayor detalle en los instructivos correspondientes a cada una de las tipologías de inversión que requiera uno de los mejoramientos contenidos en esta sección.

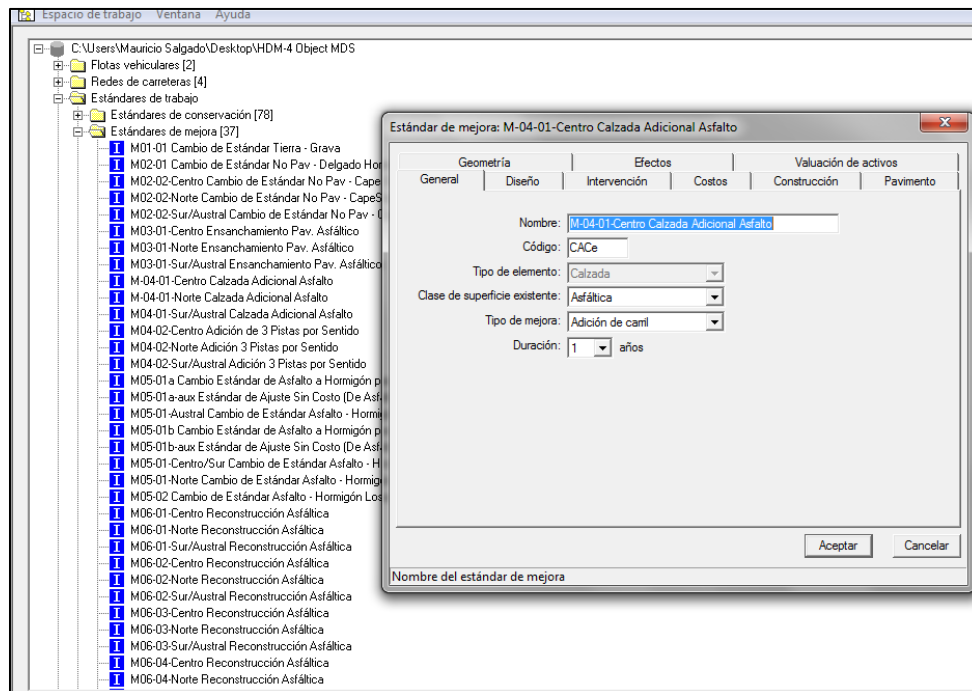


Figura 16. Estándares de Mejora.

En tanto, en **Construcción de Tramos Nuevos** se definen los tramos que serán construidos como parte de la situación con proyecto. Para la configuración de un tramo nuevo se deben ingresar las mismas características solicitadas que la definición de un tramo dentro de la Red de Carreteras, con la diferencia que aparece una pestaña asociada a los costos de la construcción la cual debe ser completada con los valores correspondientes.

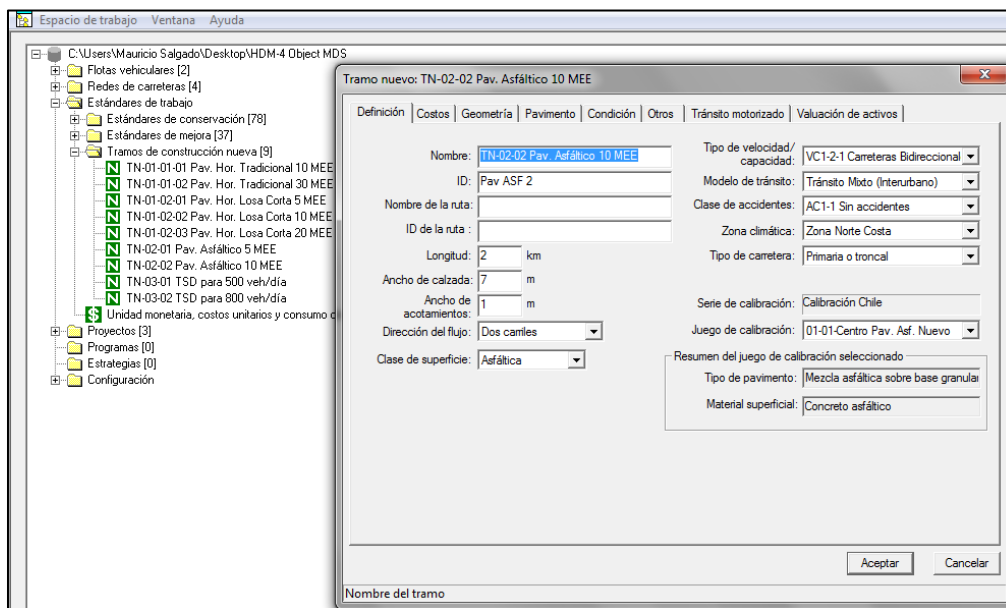


Figura 16. Tramos Nuevos.

En los siguientes párrafos se hará una breve descripción de cada una de las tres **Herramientas de Análisis** con las que cuenta el software: **Proyecto, Programa y Estrategia**.

La herramienta **Proyecto** permite al usuario valorar la viabilidad física, funcional y económica de alternativas de proyecto específicas, las cuales son comparadas con una situación base o una alternativa sin proyecto. Los procesos de análisis de un proyecto son:

- Predicción del deterioro.
- Estimación de los Costos sobre los usuarios (COV).
- Análisis de ciclo de vida de la estructura.
- Modelación del efecto de trabajos y costos de los mismos para la administración de las carreteras.
- Cálculo de beneficios económicos para cada alternativa comparados con una alternativa base.

Esta herramienta toma gran relevancia pues será la que se utilizará para la modelación necesaria para la formulación de las Iniciativas de Inversión que presenta la Dirección de Viabilidad ante el Ministerio de Desarrollo Social. La utilización de esta herramienta de análisis y sus particularidades son especificadas en los instructivos respectivos para cada una de las tipologías.

En el Object Maestro se encuentran 3 ejemplos de la utilización de la herramienta proyecto, los cuales pueden ser tomados como referencia pero en ningún caso utilizados para la modelación y evaluación de las iniciativas de inversión.

El análisis de **Programa** tiene relación con la asignación de prioridades de una larga lista definida de proyectos de carreteras candidatas para un programa de obras de uno o más años, bajo restricciones presupuestarias establecidas.

El concepto de planificación estratégica de gastos en las redes viales a mediano y largo plazo implica que el organismo responsable, el MOP en este caso, tenga en cuenta las necesidades de toda la red de caminos y carreteras. Para estimar estos gastos se utiliza la herramienta **Estrategia**, a la cual se le debe asignar uno de los siguientes objetivos para desarrollar el análisis:

- Optimizar maximizando el Valor Presente Neto.
- Optimizar maximizando la reducción del IRI en cada uno de los tramos.
- Optimizar minimizando los costos para alcanzar un IRI objetivo.

Las herramientas Programa y Estrategia no serán abordadas en mayor profundidad debido a que su aplicación escapa del alcance de la evaluación de proyectos y del presente estudio.

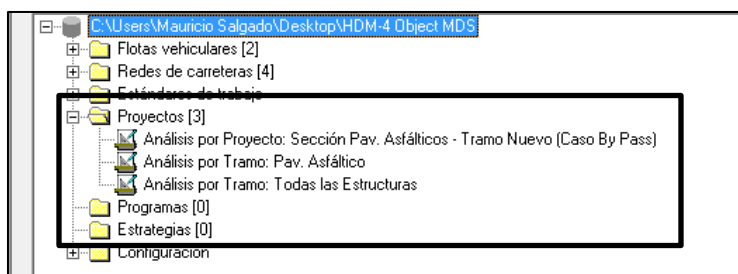


Figura 16. Herramientas de Análisis