



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

“Inversión óptima para un vehículo;
un enfoque de costos.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ACTUARIA

P R E S E N T A :

ALEJANDRA ORTEGA SEGUNDO



Tutor: Lic. Héctor Raúl Orozco Vázquez

Asesora: Act. María Aurora Valdés Michell

2 0 0 6



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno.

Apellido paterno: Ortega

Apellido materno: Segundo

Nombre(s): Alejandra

Teléfono: 58 57 11 52

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Carrera: Actuaría

2. Datos del Tutor.

Grado: Licenciado

Nombre(s): Héctor Raúl

Apellido paterno: Orozco

Apellido materno: Vázquez

3. Datos del Asesor

Grado: Actuaría

Nombre: María Aurora

Apellido paterno: Valdés

Apellido materno: Michell

4. Datos del Sinodal 1

Grado: Actuario

Nombre(s): Ricardo Humberto

Apellido paterno: Sevilla

Apellido materno: Aguilar

5. Datos del Sinodal 2

Grado: Actuario

Nombre(s): Jorge Luis

Apellido paterno: Silva

Apellido materno: Haro

6. Datos del Sinodal 3

Grado: Actuario

Nombre(s): Felipe

Apellido paterno: Zamora

Apellido materno: Ramos

7. Datos del trabajo escrito.

Título: "Inversión óptima para un vehículo; un enfoque de costos."

Número de páginas: 82

Año: 2006

Agradecimientos:

A mis hermanas

Adriana y Nala, gracias por el amor, por la comprensión, por el apoyo, por la amistad, por las peleas, por los abrazos, por los secretos, por los sustos de la noche, por las risas de la mañana, por las pláticas de la madrugada, por que siempre estemos juntas.

A mi madre:

Por enseñarme con el ejemplo lo que significa esfuerzo, perseverancia y superación. Por toda su comprensión, su paciencia y apoyo sin condiciones; por perdonar mis errores y celebrar mis logros. Por el amor que nos demuestra todos los días.

A mi padre:

Por su apoyo y por su preocupación, también por su paciencia y por que siempre se ha sentido orgulloso de mis hermanas y de mí.

A Ángel.

Por ser todo lo que espero y necesito. Gracias por aceptarme y tolerarme. Por viajar siete horas sólo por estar conmigo unos instantes. Por amarme tanto como yo te amo a ti.

A Héctor y Marbella

Por compartir conmigo una parte de su enorme conocimiento y experiencia, por creer en mí y brindarme su confianza. En especial a Héctor Orozco porque sin él este trabajo no sería posible.

A mis profesores:

Por que en ellos encontré la inspiración que a veces falta para seguir adelante, y porque gracias a ellos pude tener un mejor desarrollo moral e intelectual.

A mis amigos:

Por ser mis compañeros de locuras y de tristezas, por llenar mi vida de innumerables anécdotas.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I. Antecedentes	3
Capítulo II. Bienes	9
Capítulo III. Costos	17
Capítulo IV. Métodos Cuantitativos de Decisión Óptima	23
Capítulo V. Decisiones Intertemporales	33
Capítulo VI. Análisis de la Información	43
Conclusiones	67
Anexo 1	71
Bibliografía	81

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se plantea un modelo basado en los costos de utilización de un vehículo para determinar el momento económicamente viable, es decir óptimo, para darlo de baja de la circulación.

La optimización de costos es parte fundamental del modelo que se propone, así las decisiones que se tomen estarán basadas en no rebasar un costo mínimo y por tanto suspender una inversión una vez que sus costos hayan rebasado ese punto. Para el caso que nos ocupa ello significa dejar de utilizar un vehículo.

El resultado, basado en información real para un automóvil particular es contrastado con la realidad, es decir, cuál es el momento en que las personas, en el agregado, dan de baja el vehículo analizado.

Las conclusiones de esa comparación pueden esbozarse como sigue:

- (1) Que en el agregado, las personas están prolongando el retiro más allá del nivel óptimo, lo que trae como consecuencia un gasto excesivo para la economía.
- (2) Que a nivel agregado, las personas desechan sus automóviles en forma prematura, lo que significa que la economía no está usando completamente los bienes que produce y existe subutilización.
- (3) Que a nivel agregado, las personas desechan los vehículos en el momento óptimo y en consecuencia no existe subutilización o sobreutilización.

En el capítulo I de este trabajo se presenta la parte de los antecedentes en donde se evidencia la creciente popularidad del automóvil de uso particular, lo cual justifica en parte la realización de este proyecto.

En el capítulo II se presenta la definición así como la clasificación de los bienes que consumimos y utilizamos según forman parte de un proceso de producción o de consumo final.

Asimismo se plantea la controversia que existe dentro de dicha clasificación con base en las características de cada uno de los bienes y de acuerdo a su objeto final. En el caso del automóvil, la discusión recae en el hecho de que un vehículo es un bien que puede ser utilizado varias veces y por un tiempo prolongado, motivo por el cual puede ser catalogado ya sea como un bien de inversión o como un bien de consumo duradero.

En el capítulo III se presenta la definición de los costos. Para el caso del automóvil se parte de la noción de que un vehículo puede ser clasificado como un bien de inversión, para abordar el tema de los costos asociados a este como son, impuestos, mantenimiento, reparaciones, gasolina, depreciación, etc. Se analiza también como el comportamiento de estos puede influir en la decisión de retiro de un auto.

En el capítulo IV se muestran algunos de los métodos generalmente utilizados para establecer decisiones óptimas. Se abordan elementos característicos del método de costo mínimo tales como costo total, costo medio y costo marginal.

Se presentan las reglas de decisión y supuestos que recaen sobre dichos métodos así como la explicación de la aplicación de estos.

El análisis de ese capítulo constituye la base para continuar hacia el capítulo V en donde se desglosan los métodos de evaluación de decisiones ínter temporales, los cuales son las herramientas que serán utilizadas a lo largo del análisis de la información acerca de los vehículos.

Valor Presente Neto (VPN)
Valor Presente de los Costos (VPC)
Costo Anual Equivalente (CAE)

En este apartado se presentan los elementos más importantes que deben tomarse en cuenta para una decisión intertemporal, en particular se observa el porqué el CAE es el método de evaluación que se ajusta de manera ideal al tipo de análisis que deseamos.

Se estudia la importancia de la tasa de interés desde el punto en que es considerada como la tasa de preferencia intertemporal, ya que tiene la cualidad de hacer que las personas prefieran gastar su dinero en un bien que se presume que les proporcionará beneficios futuros, sobre la opción de gastar su dinero hoy.

Para el caso que nos ocupa veremos como los individuos, las familias o las empresas deciden gastar sus ahorros o un cierto presupuesto en la adquisición de un vehículo (bien de inversión) que intuitivamente consideran como una “buena inversión” sobre la posibilidad de adquirir otro tipo de bienes o servicios (bienes de consumo).

En el capítulo VI que se refiere al análisis de la información se clasifican, desagregan, sintetizan y analizan los datos pertenecientes a la oferta del mercado automovilístico.

De esa manera se pueden hacer conjeturas de carácter empírico y también permite proceder al análisis matemático de la información en donde se aplican los métodos de análisis ínter temporal: VPC y CAE, para poder estimar el momento de retiro de un automóvil del parque vehicular.

Finalmente se presentan las conclusiones de este trabajo.

En el Anexo 1 se presenta la base de datos desagregada.

CAPÍTULO I. Antecedentes

La gente siempre ha tenido la necesidad de transportarse. Durante muchos siglos, los medios de transporte se mantuvieron con un mínimo desarrollo. Predominaron el caballo, el camello, la carreta y algunos medios de navegación.

Con el paso de los años, con la tecnología como principal factor, las personas y familias hoy pueden elegir entre diversos medios de transporte, procurando que este sea rápido, eficiente, cómodo, pero sobretodo económicamente favorable.

En la actualidad las personas y familias cuentan en la mayoría de los casos con la posibilidad de viajar en transporte público, tanto a nivel urbano como foráneo. Se puede viajar en metro, autobuses o en rutas colectivas, estas opciones, son generalmente las que representan un gasto menor en la economía familiar y por consiguiente han mantenido a través de los años su popularidad.

Estos medios de transporte son los más utilizados en nuestro país, porque son fáciles de solventar. El gasto en transporte tiene un espacio reservado en las cuentas del gasto familiar, es decir, así como reservamos una parte del sueldo para pagar luz, gas, agua, comida, existe también una reserva destinada al transporte cotidiano.

Otra opción, por supuesto, es viajar en taxi, esta alternativa habitualmente es considerada como un pequeño lujo para las familias ya que el gasto que representa es considerablemente mayor con respecto al costo de viajar en transporte colectivo.

Este transporte es utilizado principalmente en ocasiones especiales, por ejemplo, cuando deseamos llegar a tiempo, cuando no conocemos una dirección o cuando viajan varias personas en la misma unidad. En este caso se reduce el costo per capita.

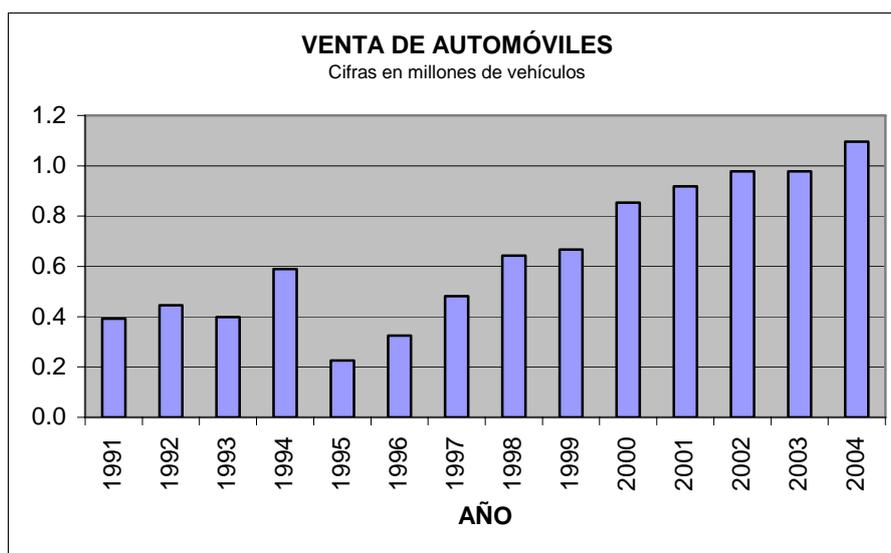
Entre los medios de transporte utilizados para el traslado cotidiano, el automóvil particular se ha convertido en la última década en una de las opciones más demandadas ya que brinda una mayor comodidad y se piensa que proporciona un ahorro de tiempo en comparación con el transporte público, lo cual no siempre es cierto.

Además, no ha existido un servicio de transporte público que satisfaga las preferencias de un gran número de personas, para evitar la decisión de comprar un automóvil.

Actualmente adquirir un auto se ha tornado más sencillo que en décadas anteriores, debido en parte a la creación de diversos planes de financiamiento cercanos a las posibilidades económicas de un mayor número de familias. Esta opción sólo es posible cuando existe un cierto ahorro o ingreso que sea

utilizado para este fin, en pago de contado o bien para el enganche inicial y los pagos subsecuentes.

En nuestro país, hoy en día cada vez más personas son propietarias de un auto. De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), las ventas de autos personales en México se han venido incrementando en los últimos años. En la siguiente gráfica se presentan las ventas de vehículos automotores que se generan a lo largo de cada año, para el periodo 1991-2004.



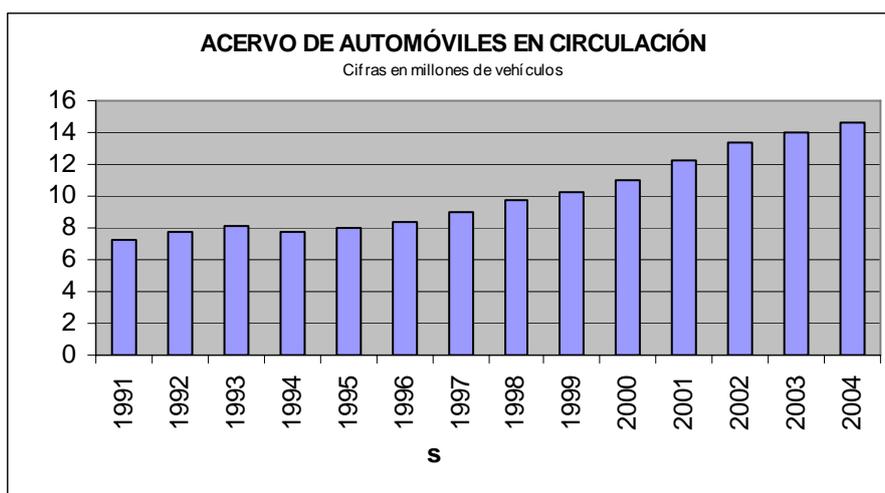
Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
Gráfica 1.1

El mayor número de ventas de automóviles, a partir de 1998, puede deberse a la mayor estabilidad económica que comenzó a presentarse en nuestro país lo que beneficio los planes de financiamiento y al aumento en la oferta de vehículos automotores debido a los crecientes volúmenes de producción a nivel internacional, lo que propició que un mayor número de marcas comenzaran a introducirse en México.

Las ventas de autos constituyen las adiciones que, en este caso, se efectúan año con año al parque vehicular de nuestro país. El parque vehicular constituye el número de vehículos que existe en un momento y lugar determinado y es conocido como el acervo de vehículos.

En 1992 el acervo automotriz en nuestro país era aproximadamente de 7.7 millones de vehículos, mientras que en 2002 circulaban alrededor de 13.3 millones, lo que significa que en tan sólo diez años el incremento de vehículos fue de 5.6 millones de vehículos, es decir un aumento del 70% respecto del acervo que se tenía una década atrás.

En la siguiente gráfica se presenta el acervo de vehículos o parque vehicular en México para el periodo 1992-2002, de acuerdo con las cifras reportadas por el INEGI.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
Gráfica 1.2

En la gráfica 1.2 pueden observarse dos periodos con crecimientos diferentes, uno que va de 1991 a 1997, en los que el parque vehicular mostró crecimientos moderados, y otro a partir de 1998 en el que el acervo de vehículos ha mostrado aumentos importantes. Esta evolución coincide con la presentada con las ventas.

Así el aumento de vehículos circulantes en México es notable y preocupante. Inicialmente las ciudades en nuestro país no fueron pensadas ni diseñadas para un tránsito tan intenso ni se pensó que pudieran circular diariamente tantos automóviles, ello ha dado lugar a la saturación de las vías de circulación, principalmente en las ciudades más pobladas, pero esta problemática se extiende rápidamente al resto del territorio nacional.

Asimismo depende en cierta medida de la cultura que las personas tomen ya sea a favor de viajar en auto particular o en transporte público algunas decisiones en materia económica que sean favorables al país, por ejemplo que se de preferencia a la inversión en infraestructura que beneficie a los automovilistas o a los usuarios del transporte público.

Si hacemos una comparación de México con otros países industrializados como Estados Unidos, Alemania, Francia o Japón respecto a la densidad de vehículos por habitante, esto es el número de vehículos por cada persona en un determinado territorio, notaremos la diferencia abismal que existe entre México y las otras naciones.

PAÍS	POBLACIÓN 2000 (miles de habitantes)	VEHÍCULOS CIRCULANTES 2000 (miles de vehículos)	VEHÍCULOS X HABITANTE 2000
México	99,927	11,294	0.1130
Estados Unidos	282,339	126,868	0.4493
Alemania	82,188	42,423	0.5162
Francia	59,382	27,480	0.4628
Japón	126,700	51,164	0.4038

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
Tabla 1.3

En promedio en el año 2000 el número de vehículos en México fue de un vehículo por cada diez habitantes, en tanto que en Estados Unidos la relación fue de un vehículo por cada tres habitantes, en Alemania, Francia y Japón alrededor de un vehículo por cada dos habitantes.

Si México llegara a una relación de vehículos por habitante similar a la que existe en los países antes comentados, el incremento en el parque vehicular debería ser de alrededor de 40 millones de vehículos.

Sin embargo más allá del caos vial que puede provocar el aumento masivo del parque vehicular, dado que es un hecho que el automóvil particular es una opción de transporte que ha venido despuntado a últimas fechas y su popularidad entre las personas se ha acrecentado, nos interesa saber, ¿qué sucede con la economía de un individuo, familia o empresa una vez que ha decidido comprar un auto?.

Eventualmente cuando un individuo, familia o empresa decide adquirir un auto se encuentra de manera general con dos elementos involucrados en el servicio que proporciona dicho vehículo, estos son los beneficios y los costos asociados.

Los beneficios están directamente relacionados con el nivel de satisfacción que obtendremos de poseer y hacer uso de un automóvil. Comodidad, ahorro de tiempo, disponibilidad, etc.

En la mayoría de los casos las personas que adquieren automóviles están conscientes de los beneficios que brinda el transportarse en automóvil particular.

No así con los costos asociados. En muchas ocasiones quienes deciden adquirir vehículos no se percatan de la verdadera magnitud de los costos, y aunque sabemos que adquirir un auto en estos tiempos puede considerarse un tanto sencillo, no obstante, mantenerlo puede no serlo tanto.

Una vez que hemos decidido comprar un auto, nos encontramos con que tiene muchos costos asociados, y que el conjunto de todos ellos, es lo que puede ocasionarnos dificultades monetarias a largo plazo.

En la mayoría de los casos, las personas deciden dejar de utilizar un vehículo cuando intuyen que los costos por el servicio superan a los beneficios.

Existen dos grandes categorías donde se agrupan los principales costos de utilizar un vehículo estas son, costos de depreciación y costos de mantenimiento y operación.

La mayoría de las veces las personas que adquieren vehículos no consideran a la depreciación como un costo que deben asumir. La depreciación en términos sencillos es el costo relacionado con el uso y desgaste de un bien, en este caso un vehículo.

Esta se presenta en mayor medida al inicio de la vida útil del auto y disminuye paulatinamente hacia los últimos periodos; esto es porque en los primeros periodos la depreciación generalmente está dada por factores que no se relacionan con su desempeño sino por una devaluación de carácter meramente social. Hacia los últimos periodos esta sí está relacionada con el desgaste acumulado a lo largo de su vida.

Los gastos por mantenimiento y operación de un auto son gastos que la gente tiene más o menos presentes ya que a diferencia de la depreciación que se relaciona con el desgaste estos están directamente ligados al funcionamiento del vehículo.

Es claro que cualquier tipo de vehículo independientemente del uso que se le necesita de mantenimientos a lo largo de su vida. Estos al inicio son bajos o prácticamente nulos, debido a que el auto se encuentra en óptimas condiciones y no requiere de un mantenimiento exhaustivo. Conforme utilizamos el auto estos se incrementan gradualmente haciéndose cada vez más frecuentes y costosos.

En el caso de los costos de operación algunos se mantienen fijos y otros como el combustible varían con el paso del tiempo.

Así, la depreciación y los costos de mantenimiento y operación colaboran a que en un determinado momento la suma de los costos por utilizar un automóvil resulte excesiva.

En general, las personas y las empresas mantienen a lo largo de algunos años sus automóviles, más en el caso de los primeros que de las segundas.

En algún momento, los automóviles son vendidos a otras personas que no obstante su depreciación y costos de mantenimiento aún obtienen beneficios por utilizarlos.

Este proceso puede continuar por unas veces más, hasta que el último propietario comienza a tener serios problemas con los costos de mantenimiento, o bien las descomposturas se vuelven más costosas y más frecuentes, o se dificulta cada vez más localizar las autopartes.

Una vez que ocurra esta situación lo más seguro es que el propietario deseche completamente el automóvil, es decir, la vida útil de un auto ha llegado a su fin.

CAPITULO II. Bienes

Para llevar a cabo sus actividades las familias, las empresas y los gobiernos realizan compras de bienes o servicios a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

La compra o adquisición de algunos bienes y servicios tanto de familias como de empresas puede tener efectos importantes sobre el bienestar futuro, incluso pueden ser los factores que generen un cambio en las propias actividades de empresas y familias.

En el caso de las empresas, es práctico (para efectos administrativos) y legal (para efectos fiscales), separar dichas compras de acuerdo con una clasificación que se ha adoptado por convención y que además se encuentra normada.

En general las familias no llevan un registro preciso de sus compras y adquisiciones, sin embargo resulta evidente que sus decisiones reflejan la intención de generarse un mayor bienestar a futuro con la obtención de bienes y servicios que favorezcan sus actividades de los siguientes años.

En el caso de los gobiernos la clasificación de las erogaciones por concepto de bienes y servicios es importante ya que tiene impacto en la planeación, así como en el buen uso y aprovechamiento de los recursos disponibles.

Para evaluar el efecto de las adquisiciones de bienes y servicios en el futuro, se ha establecido una clasificación de estos que considera por una parte, los bienes y servicios de consumo, y por la otra los bienes y servicios de inversión.

La clasificación antes mencionada no abarcará todos los casos de bienes y servicios, pero constituye una herramienta adecuada para evaluar el efecto de su consumo en el futuro.

Existe cierta controversia cuando se trata de definir con exactitud los bienes que conocemos y utilizamos. Intentar hacer una clasificación de cada bien en alguna categoría que involucre cada una de sus características sería prácticamente como querer crear una categoría para cada bien existente.

Por ello, el tratamiento que se le da a la clasificación como la que se definió suele ser muy general, y aunque en principio cumple con la función de hacer distinciones entre los bienes, también es cierto que para algunos casos en particular, dicha tipificación podría ser cuestionable.

Con el fin de ordenar la exposición acerca de los bienes y servicios se consideraron las definiciones del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), y el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM), acerca de los bienes y servicios.

Servicios.- Son actividades que no pueden intercambiarse, mantenerse en existencias ni comercializarlos por separado de su producción. Sobre la

mayoría de ellos no se pueden establecer derechos de propiedad y en general, consisten en introducir cambios en las condiciones de las unidades que los consumen.

Bienes.- Objetos físicos sobre los que se pueden establecer derechos de propiedad y cuya titularidad puede transferirse entre sectores de actividad mediante transacciones realizadas en los mercados, para satisfacer necesidades de la comunidad, y que pueden venderse y comprarse muchas veces, siendo ésta una característica muy particular que los diferencia de los servicios.

Bienes de Inversión.- Término aplicado comúnmente al activo fijo, el cual abarca algunas partidas o elementos que contribuyen a la producción. Es sinónimo de capital (o bienes) de producción; es decir, el capital empleado en la producción. Estos términos se refieren también a las formas materiales de los elementos de producción, tales como las máquinas, el equipo, etcétera. Son los activos destinados para producir otros activos.

Bienes de Consumo.- Estos bienes constituyen lo opuesto a bienes de producción o de inversión. Aquellas mercancías producidas por la sociedad, en el territorio del país o importadas, para satisfacer directamente una necesidad, como pueden ser alimentos, habitación, servicios personales, mobiliario, vestido, etcétera. Cualquier mercancía que satisface una necesidad del público consumidor.

¹La teoría económica dice que:

Se le llama bien a cualquier cosa que el hombre juzgue capaz de concurrir a la satisfacción directa o indirecta, mediata o inmediata de sus necesidades.

Según las funciones que desempeñan los bienes pueden ser presatisfacientes o satisfacientes.

Son bienes satisfacientes los que se destinan al disfrute inmediato. También conocidos como bienes directos, medios de consumo o productos acabados.

Son bienes presatisfacientes los que se emplean en preparar la satisfacción de las necesidades, mediante la obtención, con ayuda de ellos, de otros que de modo directo la satisfacen, también se les llama bienes indirectos, o bienes de inversión.

²Alguna de la información que circula en Internet es la siguiente:

Los bienes de inversión se caracterizan porque no se destinan al consumo sino a generar un proceso productivo y que por tanto no satisfacen las necesidades del consumidor final, además, son normalmente destinados a ser utilizados como instrumentos de trabajo o medios de explotación.

¹ Tratado de Teoría Económica por Francisco Zamora, Fondo de Cultura Económica, última edición 1972.

² Página de información económica: www.gestiopolis/economia.com

Los bienes de consumo se caracterizan por satisfacer las necesidades del consumidor final dado que están en condición de usarse o consumirse sin ninguna elaboración comercial adicional, es decir, que satisfacen las necesidades humanas de manera directa.

Dentro de los bienes de consumo existe una división entre duraderos y no duraderos, en donde los primeros rinden al consumidor un flujo de servicios durante un tiempo relativamente largo, mientras que los segundos se agotan o consumen completamente al satisfacer una necesidad.

Sin embargo, la división entre bienes de consumo duraderos y no duraderos no es estricta, puesto que un mismo bien puede durar mucho más o menos tiempo según el uso que se le dé.

Las definiciones antes citadas sugieren una cadena de “producción-consumo” que esquematiza la relación existente entre un bien de consumo y uno de inversión.

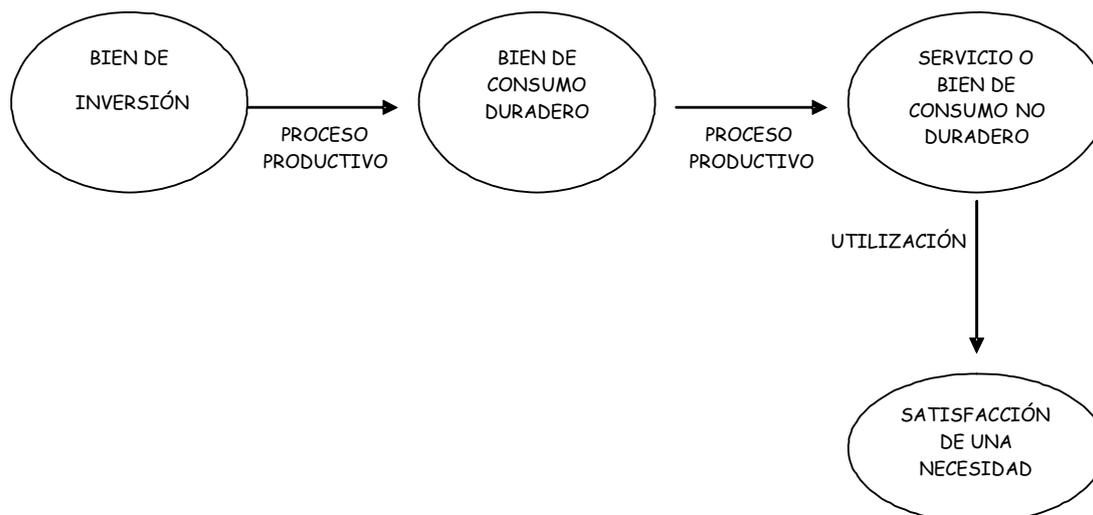
El esquema de dicha cadena, puede ser representado de la siguiente manera:



Esquema 2.1

Esta cadena representa el proceso más general, en donde un bien de inversión bajo un proceso de producción genera un bien de consumo, el cual cumplirá una necesidad determinada de individuos, familias, empresas e inclusive de los gobiernos.

Si consideramos las definiciones de bienes de consumo duradero y no duradero, la cadena podría esquematizarse de la siguiente manera.



Esquema 2.2

El esquema 2.2 presenta una etapa adicional en la parte intermedia del proceso de producción, conserva los elementos de la cadena general (esquema 2.1), sólo que en este caso podemos notar que el paso de una categoría a otra puede darse de manera sencilla, en particular para el caso en que un bien de consumo duradero puede ser considerado también como un bien de inversión.

Suele ocurrir que los bienes de consumo duraderos son utilizados como instrumentos de trabajo, en tal caso estos podrían ser incluidos dentro de los bienes de inversión, según algunas definiciones.

Otra forma de explicarlo puede ser, *“Que el uso de algunos bienes de consumo duraderos invariablemente da como resultado otro bien de consumo no duradero o un servicio que cubre una necesidad de un consumidor final”*.

El hecho de considerar a los bienes de consumo duradero como bienes de inversión según el uso que se les dé resulta un tanto complicado para algunas personas, ya que si bien la inversión está presente en muchas de las adquisiciones que hacemos, la mayoría de las veces esta se asocia a un desembolso de grandes cantidades de capital.

Sin embargo, como ya hemos dicho, la inversión puede encontrarse en los bienes que menos imaginamos, recordemos que por inversión se entiende la erogación por concepto de una adquisición que se presume generará beneficios futuros.

Ejemplo de lo anterior puede ser una bicicleta, esta puede utilizarse como un juguete para un niño cuyo uso únicamente genera diversión, en tal caso es considerada como un bien de consumo duradero, sin embargo si dicha bicicleta es utilizada por una persona como un bicitaxi, esta se convierte en su medio de trabajo y en su fuente de ingresos, motivo por el cual puede considerarse como un bien de inversión.

Otro ejemplo puede ser una cama, este bien de consumo duradero es utilizado de manera común para el descanso de las personas, pero, se convierte en un bien de inversión cuando en los hoteles el número de camas disponibles es directamente proporcional a los ingresos.

El agua es diariamente utilizada para el consumo de los individuos, familias, etc., no obstante este vital líquido es el elemento clave de las presas productoras de electricidad que abastecen ciudades enteras de energía eléctrica, razón por la cuál es un claro ejemplo de un bien de inversión.

El poseedor de una provisión de trigo puede usarla para su consumo personal, o bien puede cambiarla por otros productos o dinero. También el dueño de una res puede sacrificarla para comérsela o dedicarla a tirar de un arado.

Puede inclusive ocurrir que el mismo bien fuera clasificado de distinta manera por dos personas diversas, una casa sirve a la satisfacción directa del inquilino, pero es un medio indirecto de satisfacción para el arrendador, el uno y el otro le atribuirán funciones diferentes.

En los ejemplos anteriores notamos que el común denominador es que no representan un desembolso gigantesco, lo cuál es una clara muestra de que para llevar a cabo una inversión fructífera no se necesitan grandes cantidades de dinero como mucha gente piensa. Además también viene a demostrar que según el uso que se les dé, un bien puede clasificarse como de consumo o de inversión.

Ahora bien, para llevar a cabo sus actividades cotidianas, los individuos, las familias y las empresas requieren de transportarse. De acuerdo al análisis expuesto los antecedentes uno de los medios de transporte que muestra una mayor aceptación es el automóvil.

Al respecto cada vez más familias utilizan este medio para desplazarse a cada uno de sus destinos. En las empresas existen flotillas de vehículos para el transporte de personas. En el caso del gobierno, mucho del servicio de transporte que se genera se realiza con el automóvil o bien los vehículos son utilizados para prestar servicios gubernamentales que atienden directamente a la población.

El automóvil visto como un bien de consumo

Un automóvil, puede ser considerado como un bien de consumo, específicamente como un bien de consumo duradero que cubre una necesidad final de transporte de individuos, familias, y empresas.

Un auto no requiere de ninguna elaboración adicional, en el momento en que lo adquirimos está listo para usarse, lo que implica que ha superado todas las etapas del proceso productivo, es decir, que es el producto terminado de un proceso realizado por un bien de inversión.

Es considerado como duradero, ya que un auto no es un utensilio que desechemos pronto, lo utilizamos repetidas veces sin que por ello vaya disminuyendo la cantidad de automóvil que poseemos, como en el caso de los alimentos, que cada vez que los consumimos vemos como se van reduciendo en cantidad.

Pensar en el automóvil como un bien de consumo duradero resulta razonable, siempre y cuando se tenga la consigna de que su objetivo final es satisfacer una necesidad. Además ocupa su lugar en medio de la cadena de producción.



Esquema 2.3

Auto visto como un bien de inversión

Considerar a un auto como un bien de consumo duradero resulta un tanto sencillo, no resulta así cuando tratamos de analizarlo como un bien de inversión, es ahí donde es evidente la dificultad en cuanto a la clasificación de los bienes según sus características.

Es claro que un automóvil no produce ningún bien de consumo, sin embargo sí cubre una necesidad y además produce un servicio por el cual se pueden percibir beneficios, ya sean monetarios o no monetarios.

Tal es el caso de un taxi que sirve como medio de trabajo al realizar traslados de personas que pagan por un servicio de transporte particular, en este caso los beneficios son tangibles, ya que representan el sueldo de los taxistas.

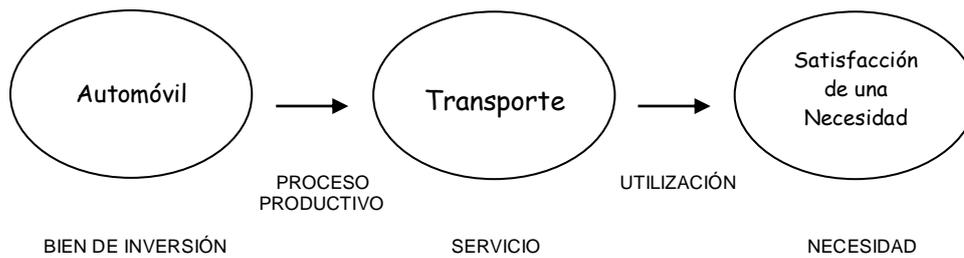
El mismo caso es el de los autobuses de pasajeros que trasladan en forma colectiva a las personas y los beneficios que se perciben por el servicio que prestan, representan los sueldos de los chóferes.

Para el caso en que el servicio que se produce no genera beneficios monetarios, podemos dar como ejemplo las patrullas o las ambulancias, que cumplen con un servicio comunitario de seguridad o de salud, respectivamente, sin que por ello generen beneficios monetarios tangibles, en virtud de que los beneficios son de carácter social.

En el caso de un automóvil de uso particular, los beneficios son equiparables al costo de viajar en transporte público a dónde sea que este nos traslade.

Conforme a la definición que dice que “los bienes de inversión son normalmente destinados a ser utilizados como instrumentos de trabajo o medios de explotación”, entonces notaremos que por la función que desempeña un auto visto desde el punto de vista en que produce un servicio, entonces, podemos considerarlo como un bien de inversión.

Si recorremos un eslabón el sitio que ocupa el auto en la cadena de producción, veremos que su lugar como bien de consumo será ocupado por el servicio que este produce y que la necesidad del consumidor final será satisfecha sin mayores complicaciones.



Esquema 2.4

Todo lo anterior nos dice que un automóvil no puede ser encasillado en una sola categoría, y que depende del uso que se le dé que un auto puede considerarse ya sea como un bien de consumo duradero o como un bien de inversión.

CAPITULO III. Costos

Como se estableció en el capítulo anterior las personas, empresas y gobiernos adquieren bienes y servicios a fin de generarse un bienestar, ya sea en el presente, cuando se trata de bienes de consumo, o en periodos subsecuentes, cuando se adquieren bienes de inversión o de consumo duradero.

Los costos representan los gastos en que incurren esas personas, empresas y gobiernos para la adquisición de dichos bienes o servicios.

Cada vez que adquirimos un bien o un servicio incurrimos en un costo o gasto. La compra de alimentos, ropa y el pago de transporte representan costos para las familias; la adquisición de maquinas, insumos y el pago a los trabajadores son costos para una empresa; el pago a servidores públicos y la compra de materiales constituyen costos para los gobiernos.

En particular algunos bienes y servicios tienen asociados costos de producción que permiten generar otros bienes y servicios que surgen a partir de los primeros.

Por ejemplo, una maquina de helados, una vez que ha sido adquirida tiene costos de producción asociados tales como, la compra de materia prima (barquillos, hielo, saborizantes, etc.), el costo de energía eléctrica para que pueda operar, el salario del vendedor, etc., de tal suerte que si no se incurre en dichos costos no se obtendrán unidades de producción es decir, helados.

El mismo caso es el de una maquina de escribir cuyos costos de producción son, las cintas, el limpia-tipos, las hojas, el costo de mantenimiento para su buen funcionamiento, etc., la producción se ve reflejada, por ejemplo, en las horas de trabajo que una secretaria puede brindar a una empresa.

El costo de producción total de un bien o servicio es el valor de adquisición o costos de los bienes o factores productivos empleados para elaborarlos.

En el caso de un automóvil, existen diversos costos de producción asociados a su utilización, una vez que este fue adquirido.

Por lo general, el servicio que provee el automóvil es el transporte de personas a lo largo de diferentes recorridos. Por tanto, los kilómetros acumulados son la producción explícita de un automóvil a lo largo de un cierto periodo.

La utilización del automóvil requiere incurrir en diversos costos entre los cuales los más importantes son los que se presentan a continuación.

Los costos en un automóvil

Licencia Automovilística. Es un impuesto que se debe solventar por el uso de un automóvil, ya que acredita la capacidad de una persona de conducir un vehículo, éste costo puede realizarse de manera anual, bianual, etc. pero el costo será proporcional al periodo de licencia.

Verificación. Este es un costo asociado a una norma ambiental que se debe cumplir en virtud de verificar los niveles máximos permisibles de gases contaminantes que emite un vehículo, este costo puede variar según las etiquetas de circulación establecidas, cabe destacar que este programa de control ambiental no se lleva a cabo en todo el territorio nacional.

Los costos anteriores por lo general no están asociados al número de kilómetros recorridos.

Combustibles. La gasolina, aunque de inicio parece un costo mínimo es de suma importancia, porque se encuentra profundamente relacionado al funcionamiento del vehículo.

El gasto que se realiza por este concepto está relacionado directamente con los kilómetros recorridos, es decir que se establece una relación de rendimiento por kilómetro por litro.

Neumáticos. Aunque este costo podría considerarse dentro del mantenimiento resulta conveniente ubicarlo por separado debido a que el cambio de llantas determina en gran medida el rendimiento del auto. Este costo varía por la calidad de los neumáticos pero principalmente por el desgaste conforme transcurren los kilómetros recorridos. Las llantas se deben reemplazar en promedio cada 40,000Km

Mantenimiento.

Por lo general los costos de mantenimiento al inicio de la vida de un automóvil, serán bajos o prácticamente nulos, debido a que el auto se encuentra en óptimas condiciones y su desgaste no requiere de un mantenimiento exhaustivo.

Conforme utilizamos el auto los mantenimientos se van haciendo mas frecuentes y un tanto más costosos, y se mantienen por algunos periodos dentro de un rango que es económicamente aceptable.

Cuando el auto suma cierta cantidad de kilómetros, los mantenimientos aumentan su costo y su frecuencia de forma acelerada, colaborando así a que el costo de utilizar un automóvil resulte excesivo.

Mantenimiento menor. También conocidos como mantenimientos preventivos, estos se realizan de manera periódica y se efectúan como parte de una rutina de cuidado del vehículo, es decir, ninguna de las acciones que se realicen por concepto de mantenimiento menor deben ser a causa de un incidente que merme de manera anormal el rendimiento del automóvil, lo que significa, que estos se realizan únicamente para mantener el funcionamiento adecuado de un vehículo.

Este tipo de gastos tiene relación directa con la producción del servicio, ya que de no efectuarse los mantenimientos respectivos el rendimiento del vehículo se ve disminuido y el servicio se ve perjudicado en su desempeño, además de que

de no llevarse a cabo de manera oportuna los mantenimientos mayores incrementan su costo significativamente.

Los principales servicios asociados al mantenimiento menor son los siguientes:

Frenos.- Es un mantenimiento de carácter preventivo que consiste en la conservación en buen estado de los componentes hidráulicos y en especial de los elementos de fricción del sistema (pastillas, balatas, discos, tambores). Por seguridad este servicio se debe llevar a cabo cada 20,000 km aproximadamente.

Lubricación.- Tiene por objeto reducir el desgaste de las partes internas de los componentes del automóvil, eliminando los contaminantes que se van acumulando, y reemplazando los fluidos lubricantes quemados que han perdido viscosidad por fluidos nuevos. Se recomienda que este servicio se realice cada 5,000 km aproximadamente.

Afinación.- Este servicio optimiza el desempeño del motor, previene la condición de no-arranque, menor vibración, ahorro de combustible, mejora la aceleración y la potencia, reduce la emisión de contaminantes, alarga la vida del motor, además reduce futuras reparaciones costosas. Se sugiere que este mantenimiento se efectúe cada 10,000 Km. aproximadamente.

Alineación y balanceo.- Cada vez que se cambian llantas la alineación y el balanceo son indispensables ya que pueden hacer que las llantas resistan más en caminos difíciles. Este tipo de servicio se debe realizar cada 40,000 km aproximadamente.

Suspensión.- Tiene como función darle estabilidad al vehículo así como aumentar el confort de los pasajeros absorbiendo las irregularidades del camino. Evita un mayor desgaste de los neumáticos y proporciona un manejo más seguro. Los expertos recomiendan que este servicio se realice cada 30,000 km aproximadamente.

Enfriamiento.- Tiene por objeto mantener el motor a la temperatura adecuada, un mal funcionamiento puede traer como consecuencia que el motor se sobrecaliente y que el aceite se descomponga y pierda su viscosidad provocando un mayor desgaste y daños severos. Este tipo de mantenimiento se realiza por lo menos cada 20,000 km.

Servicio Eléctrico. Tiene como función revisar las componentes del sistema eléctrico del vehículo para prevenir fallas posteriores, el buen estado del cableado es indispensable para un buen funcionamiento. Este servicio es recomendable realizarlo aproximadamente cada 20,000 Km.

Mantenimiento mayor. También conocido como mantenimiento correctivo, este tipo de erogaciones se realizan principalmente cuando el uso ha sido tan

exhaustivo que se necesitan de mantenimientos mayores que devuelvan un adecuado funcionamiento al vehículo.

Al igual que el mantenimiento menor estos gastos tienen relación directa con la producción del servicio, ya que de no efectuarse los mantenimientos respectivos el rendimiento del vehículo se ve disminuido y el servicio se ve perjudicado en su desempeño.

Los principales servicios asociados al mantenimiento mayor son los siguientes:

- Ajuste de motor
- Reemplazo de la caja de velocidades
- Cambio de Radiador
- Reemplazo de la Transmisión
- Cambio del Alternador

Después de los 100,000 Km recorridos cualquiera de los mantenimientos menores mencionados puede requerirse en cualquier momento.

Depreciación

La inversión inicial que se destina para la adquisición de un determinado bien es llamada "costo de adquisición"; pese a su designación este no constituye realmente un costo.

La adquisición de un bien de consumo duradero o de inversión representa un intercambio de recursos monetarios por un activo que mantiene cierto valor.

Para ejemplificar lo anterior supongamos que contamos con \$1,000 guardados en un banco y decidimos adquirir con ese dinero una bicicleta, ello no significa que ya no contemos con los \$1,000 iniciales, el dinero continúa siendo parte de nuestro capital solo que ahora está representado por el bien que acabamos de adquirir. Por tanto, la adquisición de dicha bicicleta no es un costo sino una inversión (nuestro dinero simplemente cambió de forma).

Ahora bien, esa adquisición efectivamente tiene un costo asociado, pero éste se ve reflejado hasta el momento en que el bien comienza a ser utilizado y tenemos que asumir el costo de la depreciación que es precisamente el desgaste que sufre un bien a causa del uso constante.

El costo de la depreciación es la diferencia entre el costo de adquisición de una maquina y el valor de reventa de la misma. Por lo general la maquina tiene un valor de reventa menor al de adquisición, ya que refleja el uso que ha tenido dicha maquina.

En particular para un automóvil la depreciación no depende únicamente del uso, un porcentaje de la depreciación esta asociada también al paso del tiempo.

Cada kilómetro que recorremos nos cuesta una cierta cantidad a cuenta de la depreciación, es decir, a causa del desgaste derivado por la producción de kilómetros. Como ya hemos dicho el costo lo pagaremos al momento de vender el auto o bien si no lo vendemos en ese momento ese costo se verá reflejado en la disminución del valor del vehículo en el mercado.

Por otro lado la depreciación ligada al paso del tiempo es tangible en un automóvil; los vehículos de modelos recientes tienen un cierto “valor social” que marca la preferencia hacia éstos por las personas dejando por un momento de lado a los kilómetros acumulados y por tanto al desgaste.

Supongamos que se encuentran a la venta dos automóviles, uno modelo 2005 con 25,000 Km y otro modelo 2003 con cero kilómetros recorridos, para la mayoría de las personas el primero será más atractivo aún cuando el segundo no haya sido utilizado.

De esa manera, contrario a la mayoría de la maquinaria, un automóvil sí se deprecia aunque no se utilice, el simple hecho de la aparición de un nuevo modelo en el mercado hará que éste valga menos.

La predilección de las personas por la tecnología y la vanguardia, en particular en el caso de los automóviles hacen que los vehículos se deprecien no solo por el uso sino por su antigüedad.

Ya sea que un auto se deprecie por el tiempo o por el uso, es un hecho que la depreciación es un costo de producción para llevar a cabo el servicio que presta un automóvil en un determinado periodo y está dado por la diferencia entre el costo de adquisición y el valor de reventa.

Una vez planteado el esquema de este capítulo podemos decir que los costos asociados a un vehículo constituyen un factor decisivo en el retiro de este de la circulación.

En la mayoría de los casos, las personas deciden dejar de utilizar un vehículo cuando intuyen que los costos por el servicio ya son demasiado altos.

Cuántas veces no hemos escuchado comentarios cómo:

Tira ese vejestorio, ya compra uno nuevo
Con lo que te gastas de gasolina, mejor ahorras para otro
Sería mejor que viajaras en avión, te saldría más barato

Ciertamente esos comentarios son excesivos, sin embargo, es razonable que pensemos que existe un momento a partir del cuál seguir utilizando y manteniendo un automóvil resulta antieconómico y que en ese caso resulta conveniente retirar al automóvil de la circulación y si tenemos un cierto ahorro pensar en adquirir otro, o bien si no contamos con ese soporte económico, entonces buscar otro medio de transporte alternativo que genere menores costos.

CAPITULO IV. Métodos cuantitativos de decisión óptima

Los costos por sí solos son la base de muchas de las decisiones que se toman a diario debido a que tienen repercusiones directas en la economía.

Dada la importancia de los costos y el interés generalizado por minimizarlos el análisis de costo y el control de estos es una función cuyo objetivo es mantener a una determinada entidad en una posición económica satisfactoria.

A continuación se examinan las principales características de los costos.

Costo Total

El costo total es la suma de todos los costos fijos y todos los costos variables. Es el total de las erogaciones que se realizan a fin de producir una determinada cantidad de bienes o servicios.

Aritméticamente esta dado por:

$$CT = CF + CV$$

donde:

CT: costo total

CF: costo fijo

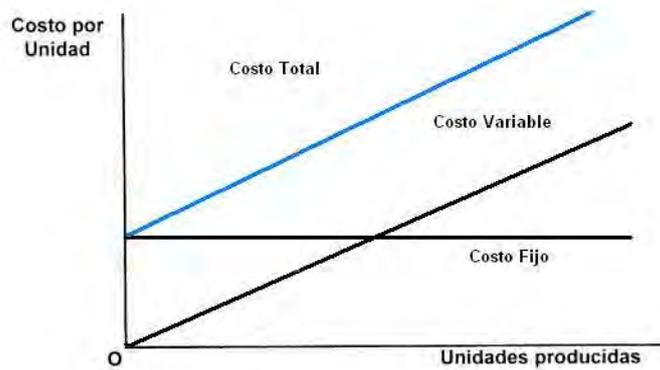
CV: costo variable

Los costos fijos son aquellos que permanecen constantes independientemente de los volúmenes de producción. Los costos fijos son la erogación necesaria para la adquisición de un activo e iniciación de la producción.

Los costos variables son aquellos que tienden a fluctuar en proporción al volumen total de la producción; su variación es proporcional al número de unidades producidas.

En un esquema que considera unidades monetarias y unidades de producción los costos fijos son representados gráficamente por una línea recta que se mantiene constante a través de las unidades producidas, esto se debe a que es el desembolso efectuado por concepto de maquinaria y equipo y no varía durante todo el proceso.

Los costos variables son representados gráficamente por una curva que comienza en el origen y que tiene una relación directa con los volúmenes de producción, por tanto esta curva crece según la cantidad de unidades generadas.



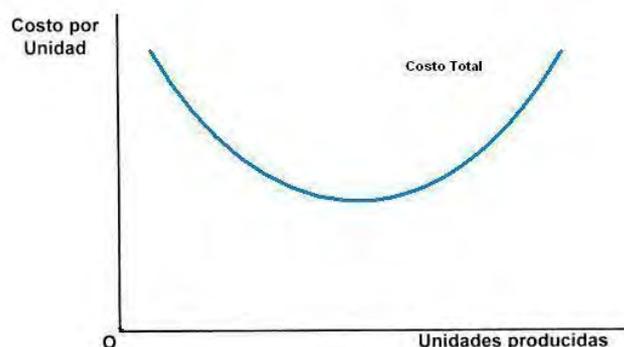
Gráfica 4.1

La anterior es un tipo de curva de costo total que como se definió es la suma de la curva del costo fijo y del costo variable, y es aplicable para describir el comportamiento del costo total de ciertos tipos de producción. En la gráfica, el costo total constituye la suma vertical de los costos fijos y variables, para cada nivel de producción.

Sin embargo, la curva de costo total anterior no es única, podemos encontrar curvas de costo total distintas para cada actividad productiva según sea el comportamiento de cada industria.

Al respecto la siguiente es una curva de costo total cuyo comportamiento es influenciado únicamente por el costo variable de la producción.

La gráfica 4.2 es precisamente la curva de costo total que describe los costos de producción de un automóvil, por lo que es conveniente saber que en adelante cuando se hable de la curva de costo total nos referiremos precisamente a ésta que describe el caso que nos ocupa.



Gráfica 4.2

En esta curva de costo total, para niveles bajos de producción el costo total siempre es muy alto, debido a que el importe que se paga al inicio por el uso de la maquinaria implicada en la producción es sumamente alto, por supuesto nos referimos a la depreciación. Además, la capacidad de la maquinaria no se encuentra utilizada en todo su potencial, es decir, existe subutilización.

Conforme la producción se sitúe en niveles más altos el costo de producción emprende una fase decreciente que se corresponde con la etapa de crecimiento rápido de la productividad, cuando el nivel de producción aún es bajo en relación a la escala de la planta. Además el costo de la depreciación también tiende a disminuir.

Después de lo anterior, el costo total rebasa ese comportamiento y comienza una fase creciente que está asociada a la etapa de desaceleración de la productividad, debido a que en ese momento un gran porcentaje de la capacidad instalada ya se encuentra utilizada, tornándose más lento el ritmo de expansión, es decir, se presenta la sobreutilización.

Costo Medio

El costo medio se refiere al valor promedio que para cada nivel de producción cuesta producir una unidad de bienes o servicios.

Se obtiene dividiendo el costo total entre las unidades producidas, por lo que indica como se distribuye éste en promedio por cada unidad generada.

Aritméticamente el costo medio es:

$$CMe_i = \frac{CT_i}{Q_i}$$

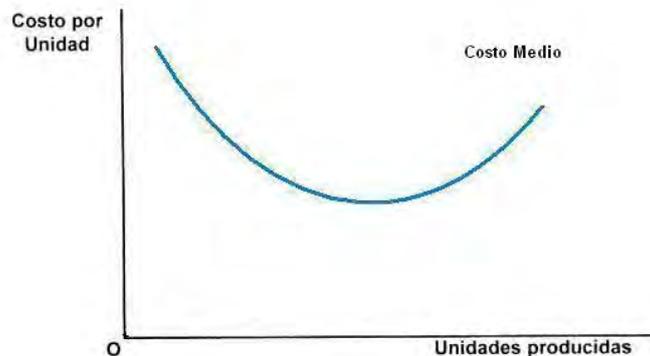
Donde:

CMe_i : costo medio para un nivel de producción i

CT_i : costo total para un nivel de producción i

Q_i : número de unidades producidas en i

La representación gráfica del costo medio es en forma de “U” debido a lo siguiente:



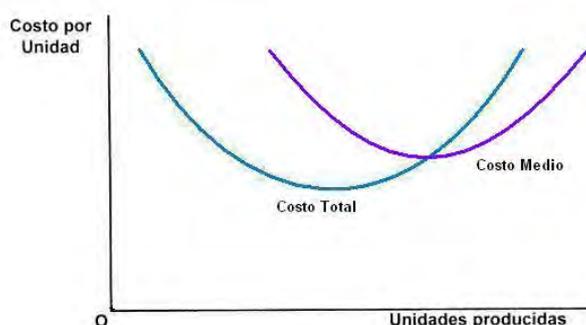
Gráfica 4.3

El costo medio para las primeras unidades resulta sumamente alto ya que la distribución del importe del costo total se reparte entre un nivel bajo de producción.

Para un mayor volumen de producción, el costo medio es menor con respecto a las primeras unidades, lo anterior se debe a que el costo total ahora se distribuye entre un mayor número de unidades producidas.

Así, conforme se aumente la producción el costo medio seguirá disminuyendo, hasta que por el efecto del incremento en el costo total, el costo promedio comience a también a crecer. Aunque las unidades producidas también vayan en aumento, el incremento en el costo total es mayor y condiciona a que el costo medio pase de su fase decreciente a una etapa creciente.

Vistas en un mismo plano el costo total y el costo medio se observan como sigue:



Gráfica 4.4

Costo Marginal

El costo marginal es aquel en el que se incurre por producir una unidad adicional de producto. A diferencia del costo medio, que reparte el costo total entre el número total de unidades producidas, el costo marginal nos indica el valor efectivo de producir una unidad extra de producto.

El costo marginal es el costo de la última unidad producida. Si el costo marginal aumenta, se dice que los rendimientos del proceso productivo son decrecientes; estos son crecientes si el costo marginal es decreciente.

Matemáticamente puede expresarse de la siguiente manera:

$$CMg = \frac{\Delta CT}{\Delta Q}$$

Con:

$$\Delta CT = CT(Q_{i+1}) - CT(Q_i)$$

$$\Delta Q = Q_{i+1} - Q_i = 1$$

Donde:

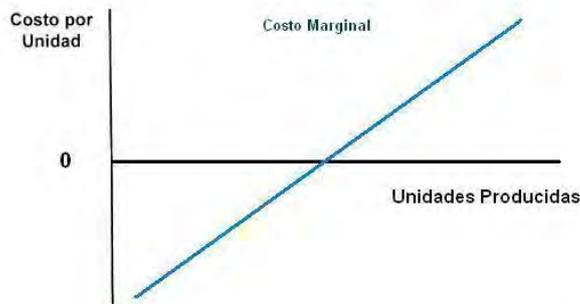
CMg : costo marginal

ΔCT : cambio en el costo total

ΔQ : cambio en la producción

Esta definición de costo marginal muestra que éste es la pendiente de la curva de costo total y por tanto también es la derivada de una función de costo total dada.

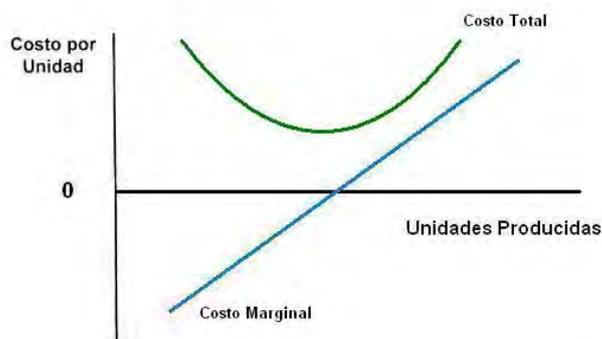
Para el caso de la curva de costo total que consideramos, la curva de costo marginal es una recta que comienza con unidades negativas por debajo del eje de las "x", puesto que la pendiente de la curva de costo total es negativa, y crece a la par de esta última hasta volverse positiva.



Gráfica 4.5

El costo marginal le indica al empresario la conveniencia o no de seguir aumentando la producción. El crecimiento del costo marginal indica mal aprovechamiento de los factores de la producción porque implica que el cambio en el costo total es positivo, es decir, que cada que se produce una unidad adicional el costo total aumenta.

Vistos en un mismo plano el costo total y el costo marginal se ven así:



Gráfica 4.6

Decisiones óptimas

En el análisis de costos el proceso de optimización se entiende de manera generalizada como la búsqueda de costos mínimos. Minimizar el costo total de producción es el objetivo principal de las industrias que desean optimizar sus procesos productivos.

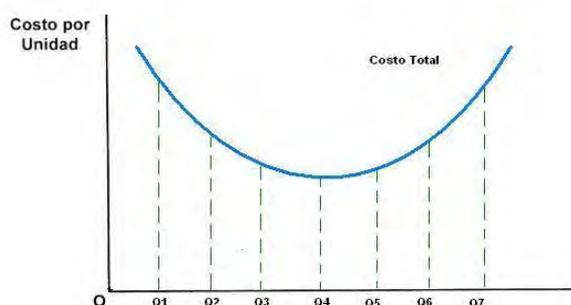
El costo total en conjunto con el costo marginal antes descritos, así como sus representaciones gráficas son herramientas utilizadas en el análisis y control de costos, así como en el proceso de optimización.

Haciendo un análisis gráfico particularmente en la curva de costo total que consideramos en nuestro análisis, se observa con claridad el punto en que el costo total de producción es mínimo.

El punto mas cercano en distancia al eje de las "x" en la curva es gráficamente el punto que representa el mínimo del costo total y que se presenta para un determinado volumen de unidades.

Ese punto es mínimo porque no existe otro lugar en la curva para el cuál el costo total sea más bajo.

De manera general observamos en la gráfica 4.7 que para un volumen de producción Q_1 el costo total es sumamente alto y conforme se aumentan las unidades en Q_2 el costo disminuye.



Gráfica 4.7

Aun cuando en Q_3 el costo es considerablemente más bajo que en Q_2 y Q_1 el costo total de producción más bajo se encuentra en Q_4 .

El punto Q_4 para esta curva de costos totales es el óptimo porque es notablemente el punto más bajo de la curva y por lo tanto es el costo de producción más bajo posible.

Se aprecia además que después de ese punto la curva de costos totales cambia su curvatura y se hace creciente.

Por lo anterior el costo de producir en Q_5 es más alto con respecto a Q_4 , lo que indica que producir después de dicho punto por ejemplo en Q_6 o Q_7 es económicamente desfavorable, porque aunque la producción sea mayor, los

costos son nuevamente muy altos y continuarán creciendo según se aumente la producción.

La curva de costos totales vista como un problema de optimización debe apegarse estrictamente a la condición de que el costo total de producción sea mínimo y por tanto óptimo.

La regla de decisión en la optimización del costo total debe ser, no continuar aumentando la producción una vez que se haya alcanzado gráficamente el punto más bajo de la curva. Cualquier punto antes o después de ese punto Q^* óptimo significa económicamente hablando costos por encima del mínimo.

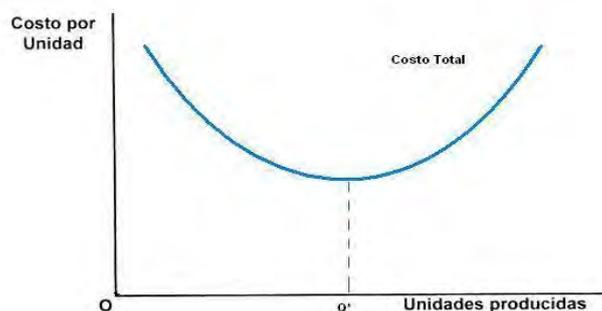
Gráficamente lo anterior se demuestra como sigue:

Para poder aseverar que un punto de una determinada función $f(x)$ es un mínimo es necesario que se cumplan simultáneamente dos condiciones:

- 1) $f'(x_0) = 0$, es decir, que la primera derivada de la función evaluada en ese punto sea igual a cero.
- 2) $f''(x_0) > 0$, es decir, que la segunda derivada de la función evaluada en ese punto sea positiva.

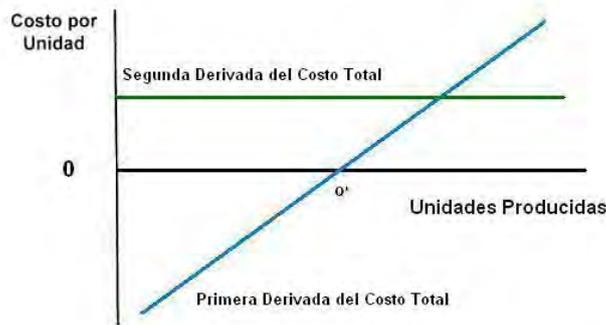
Para una función de costo total, la primera derivada es el costo marginal y la segunda derivada es el cambio en éste último. Por ello para que un punto sea mínimo en una curva de costo total el costo marginal en ese punto debe ser igual a cero y el cambio en este, debe ser estrictamente positivo.

Esta como ya sabemos es la curva de costo total y su punto mínimo lo suponemos Q^* .



Gráfica 4.8

En la gráfica 4.9 observamos que la primera derivada del costo total en el punto Q^* cruza en cero, por lo tanto cumple la primera condición para que Q^* sea un mínimo. Asimismo la segunda derivada, es positiva para Q^* .



Gráfica 4.9

De hecho la segunda derivada es positiva para cualquier Q , sin embargo para que sea un mínimo como ya hemos dicho se debe cumplir que la primera derivada sea cero y la segunda derivada sea positiva, el único punto que cumple ambas condiciones es Q^* por lo que es el mínimo de la curva de costo total y por tanto el óptimo.

En la construcción geométrica observamos entonces que el costo total es mínimo estrictamente cuando el costo marginal es cero.

Matemáticamente se demuestra como sigue:

Sea $CT = CT(Q)$ una función de costo total dada,

P.D. $CT(Q^*)$ es un mínimo

$$CT' = CT'(Q)$$

$$CT'(Q^*) = 0$$

$$CT''(Q) = CT''(Q)$$

$$CT'' = CT''(Q^*) > 0$$

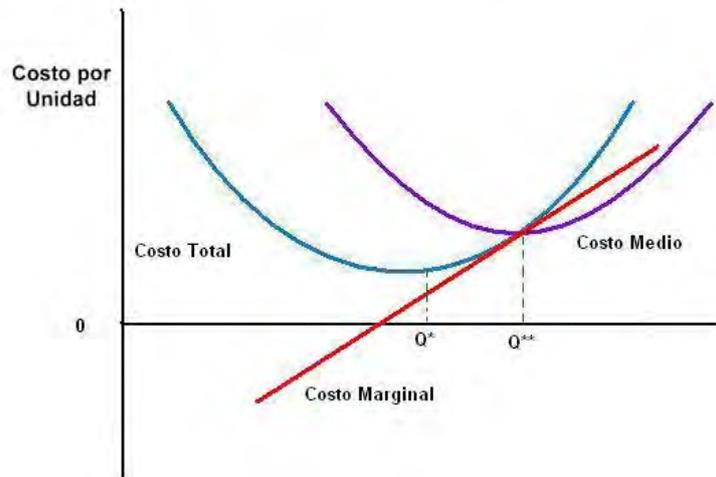
$\therefore Q^*$ es un mínimo de $CT(Q)$

Ahora bien, las personas comúnmente al referirse a los costos de producción de una determinada actividad no hacen referencia al costo total sino al costo medio o promedio, esto es una desventaja si al tratar de minimizar los costos toman en cuenta este último.

Si bien es cierto que la curva de costo medio tiene un punto mínimo, este se presenta en niveles de producción mayores toda vez que ya se ha dado el mínimo del costo total.

Por lo tanto si llevara a cabo un nivel de producción con base en que los costos promedio sean mínimos, se incurrirá en costos excesivos por encima del punto óptimo que se halla en el mínimo del costo total.

Lo anterior se observa en la siguiente gráfica:



Gráfica 4.10

En la gráfica 4.10 observamos una relación entre el costo medio y el costo marginal. La regla de correspondencia dice que la curva de costo marginal siempre corta a la curva de costo medio en el punto en que ésta presenta su costo mínimo.

En este punto, el costo marginal y el costo medio se igualan.

Matemáticamente lo anterior se demuestra como sigue:

$$\text{Sea } CT = CT(Q), \quad CMe = \frac{CT(Q)}{Q} \quad \text{y} \quad CMg = CT'(Q)$$

P.D. $CMe(Q^{**})$ es un mínimo y además sucede cuando es igual al costo marginal

$$CMe' = \frac{Q * CT'(Q) - CT(Q) * 1}{Q^2}$$

$$CMe' = \frac{Q * CT'(Q)}{Q^2} - \frac{CT(Q)}{Q^2}$$

$$CMe'(Q^{**}) = \frac{CT'(Q^{**})}{Q} - \frac{CT(Q^{**})}{Q^2} = 0$$

$$\frac{CT'(Q)}{Q} = \frac{CT(Q)}{Q^2}$$

$$CT'(Q) = \left(\frac{CT(Q)}{Q^2} \right) * Q$$

$$CT'(Q) = \frac{CT(Q)}{Q}$$

$$\therefore CMg = CMe$$

$$CMe'' = \frac{Q * CT''(Q) - CT'(Q) * 1}{Q^2} - \frac{Q^2 * CT'(Q) - CT(Q) * 2Q}{Q^4}$$

$$CMe'' = \frac{Q * CT'''(Q)}{Q^2} - \frac{CT'(Q)}{Q^2} - \frac{Q^2 * CT'(Q)}{Q^4} - \frac{CT(Q) * 2Q}{Q^4}$$

$$CMe'' = \frac{CT'''(Q)}{Q} - \frac{CT'(Q)}{Q^2} - \frac{CT'(Q)}{Q^2} - \frac{CT(Q) * 2Q}{Q^4}$$

$$CMe''(Q^{**}) = \frac{CT'''(Q^{**})}{Q} - 2 \frac{CT'(Q^{**})}{Q^2} - \frac{CT(Q^{**}) * 2Q}{Q^4} > 0$$

∴ $CMe(Q^{**})$

es el mínimo del costo medio y además se cumple cuando $CMg = CMe$

Aunque el punto Q^{**} es el mínimo para el costo medio y es intersectado por el costo marginal, no debemos olvidar que en la optimización de costos lo que se pretende minimizar es el costo total y que dicha condición sucede cuando el costo marginal es cero.

Si se toma en cuenta el mínimo del costo medio es evidente que el costo marginal será positivo y por tanto distinto de cero, lo que significa que la optimización de costos no tendrá lugar siguiendo este criterio.

CAPITULO V. Decisiones intertemporales

Hasta ahora en el análisis, las variables costo y producción han sido la base para poder determinar la minimización de los costos totales y por tanto la optimización de un proceso productivo en un periodo determinado.

Si bien el costo total y el costo marginal son herramientas en la optimización de costos, la utilización de dichos métodos puede ser limitada para el análisis que deseamos, ya que el análisis se vería reflejado únicamente en ese periodo de tiempo.

Para poder establecer un análisis de costos más completo, es decir, que pueda aplicarse en el análisis de varios periodos, es necesario incluir la variable tiempo, de esta manera el proceso de optimización considerará ahora las variables costos, producción y periodos de tiempo.

La tasa de interés es el elemento que involucra al tiempo en el análisis de costos y hace que este sea un análisis intertemporal. La tasa de interés es el costo de consumir en el presente contra la posibilidad de consumir en el futuro.

Puesto que las familias y empresas tienen una preferencia por el consumo presente, es necesario ofrecer un incentivo o compensación para que algunas de esas familias o empresas estén dispuestas a sacrificar una parte de su consumo presente para consumir más en el futuro.

Si la tasa de interés aumenta, el costo de consumir en el presente se “encarece” relativamente contra consumir en el futuro. Por ello la tasa de interés refleja el costo del consumo intertemporal.

Si por ejemplo, se disponen de 100 pesos, estos pueden ser utilizados para el consumo de bienes y servicios en el presente o bien se puede optar por ahorrarlos siempre y cuando se nos recompense nuestro ahorro presente con una cierta tasa de interés sobre nuestros fondos.

Si la tasa de interés es muy alta la diferencia entre la cantidad de dinero que recibiremos al recuperar nuestro ahorro y los 100 pesos iniciales será muy grande, y en ese caso reservar los ahorros para un consumo futuro resulta mejor que utilizarlos para el consumo presente, siempre y cuando exista la posibilidad de ahorro presente.

Evaluación de proyectos de inversión

Cuando un proyecto de inversión se lleva a cabo se utilizan recursos de la economía provocando costos a fin de obtener posteriormente un beneficio económico.

Dado que el automóvil puede ser considerado como un bien de inversión, podemos analizarlo como un proyecto de inversión el cuál puede analizarse en virtud de conocer la conveniencia de su adquisición, de su uso o bien su desecho.

Los proyectos de inversión por lo general se analizan a través del tiempo ya que la verdadera rentabilidad de una inversión no se observa desde el primer momento de ejecución. El método utilizado para la evaluación intertemporal de proyectos de inversión es el Valor Presente Neto.

Valor Presente Neto, VPN

El VPN es un indicador que mide cuanto recibirá al final de un periodo dado quién realiza un proyecto.

Dicho de otra manera, cuando analizamos un proyecto de inversión por medio del VPN, se trasladan a valor presente todos los costos y los beneficios asociados a un determinado proyecto, todos los ingresos y egresos futuros se transforman a valor actual y de esa manera puede verse fácilmente si los ingresos son mayores a los egresos y ver la viabilidad de la inversión.

La regla de decisión del VPN es que cuando la suma de los flujos de costos y beneficios traída a valor presente es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés y que por tanto el proyecto debe rechazarse, si por el contrario el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia y entonces el proyecto puede ser aceptado. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente.

La fórmula general para el Valor Presente Neto es la siguiente:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t}$$

Donde:

VPN: valor presente neto

B_t: el beneficio asociado al año t

C_t: el costo asociado al año t

r: la tasa de interés

n: número de años en el horizonte de evaluación

t: año calendario en el horizonte de evaluación

El método de VPN considera comparar la rentabilidad de un proyecto en particular frente a la alternativa de invertir los recursos disponibles en una opción segura.

Supongamos que se cuenta con 100 pesos disponibles para ahorrar y que la opción más segura de inversión (probablemente un banco) ofrece una tasa de interés de 10%, es decir, nuestra inversión de 100 pesos generará una rentabilidad de 10% (10 pesos al finalizar el periodo).

El cálculo de la rentabilidad sería como sigue:

Al principio del periodo depositamos 100 pesos en el banco y al final recibiremos nuestros 100 pesos originales, más 10 pesos generados por la tasa de interés.

Sea V el valor de nuestra inversión al final del periodo, entonces:

$$V = 100(1 + r)$$

Donde r es la tasa de interés que en nuestro caso equivale a 10%.

$$\text{Entonces } V = 100(1 + 0.10) = 100(1.10) = 110$$

El valor presente neto (VPN) se obtiene sumando los costos y beneficios que se obtienen con un proyecto de inversión, a lo largo de su horizonte de evaluación.

Cada uno de los flujos de costos y beneficios que no ocurren en el presente, deberán ser descontados con una tasa de interés que refleje la rentabilidad de la opción de inversión más segura. El efecto de descontar un flujo hace referencia a quitar el efecto del rendimiento de la opción más segura.

Para el caso de nuestro ejemplo el VPN se calcularía de la siguiente manera:

$$VPN = \frac{-100 + 110}{1.10} = 0$$

El valor de cero del VPN nos indica que ésta inversión ha obtenido un rendimiento de 10%. Siempre que el VPN sea cero la tasa de interés con la que se hicieron los descuentos nos representa la rentabilidad de la inversión.

Supongamos que decidimos dedicar los 100 pesos a un proyecto A que es diferente de la opción más segura. Al final del proyecto (que considera un horizonte de evaluación igual al de la opción segura) obtenemos un valor de nuestra inversión de 108 pesos,

Para este proyecto de inversión el cálculo del VPN sería:

$$VPN_A = \frac{-100 + 108}{1.10} = -1.8$$

Utilizamos la tasa de interés de 10% puesto que en el mercado representa la opción de inversión más segura. Por lo tanto, el resultado negativo para el valor del VPN, nos indica que la rentabilidad del proyecto A es inferior a 10%, por lo que es mejor olvidarnos de este proyecto e invertirlo en el banco.

Si por otro lado consideramos un proyecto B diferente de la opción más segura y del proyecto A pero igual a estos en su horizonte de evaluación, y se sabe

que al final de este se obtendrá un valor de dicha inversión de 115 pesos, entonces utilizando de igual manera la tasa de interés de 10% para descontar los flujos, el VPN sería:

$$VPN_B = \frac{-100 + 115}{1.10} = 4.5$$

El valor positivo del VPN para este proyecto indica que tiene una rentabilidad superior a 10% que ofrece la alternativa de inversión más segura y por tanto, es conveniente preferir este proyecto sobre la inversión en un banco y evidentemente sobre la inversión en el proyecto A.

Supongamos que mantenemos nuestra inversión en el banco dos periodos. Al final del primer periodo (t+1) el valor de la inversión sería:

$$V_{t+1} = 100(1.10) = 110$$

Y al final del segundo periodo (t+2) sería:

$$V_{t+2} = 110(1.10) = 121$$

Nótese que esta ecuación podría ser expresada también como:

$$V_{t+2} = 100(1.10)(1.10) = 100(1.10)^2 = 121$$

Ello quiere decir que el factor de descuento utilizado para calcular el VPN para el segundo periodo será $(1.10)^2$.

El cálculo del VPN para esta inversión (que es la más segura) sería:

$$VPN = \frac{-100 + 10}{1.10} - \frac{10}{1.10} + \frac{121}{(1.10)^2} = 0$$

Los 100 pesos iniciales se representan negativos puesto que fue lo que entregamos inicialmente al banco.

Los 10 pesos que aparecen positivos son el rendimiento sobre la tasa de 10% que nos entrega el banco al final del primer periodo y se dividen entre un factor de descuento de (1.10) para traerlos a valor actual descontándolos un periodo.

Sin embargo esos mismos 10 pesos los volvemos a incluir en el cálculo pero ahora negativos porque dado que decidimos que la inversión se mantendría dos periodos esos 10 pesos los conservará el banco (es como si el banco nos los diera e inmediatamente se los regresáramos para mantener la inversión) de igual manera se deben descontar un periodo con un factor de (1.10) .

Los 121 pesos que recibiremos al final del segundo periodo es necesario descontarlos con un factor de descuento de $(1.10)^2$, el elevar la tasa de interés

al cuadrado es lo que hace que se consideren los dos periodos en que se debe quitar el efecto del rendimiento de la opción más segura para determinar su verdadera rentabilidad.

Si el horizonte de evaluación son 3 periodos, al calcular el VPN el factor de descuento que se utilice deberá de estar elevado a la tercera potencia. Así respectivamente se elevará el factor de descuento al número de periodos a evaluar, de manera general el factor de descuento para calcular el VPN se debe de elevar a la potencia n, donde n es el número de años en el horizonte de evaluación.

Lo anterior se observa más claramente en la siguiente tabla:

Periodo	t	t+1	t+2	t+3	...	t+n
Potencia	0	1	2	3	...	n
Factor de descuento	-	(1+r)	(1+r) ²	(1+r) ³	...	(1+r) ⁿ

Tabla 5.1

Si ahora suponemos los proyectos A' y B' en que se invierten los 100 pesos iniciales y que se sabe que generan un valor de inversión de 115 y 130 pesos respectivamente al final de dos periodos al calcular su VPN descontando los flujos a una tasa del 10% da como resultado:

$$VPN_{A'} = \frac{-100 + 115}{(1.10)^2} = -4.9$$

$$VPN_{B'} = \frac{-100 + 130}{(1.10)^2} = 7.4$$

Así el proyecto A' evaluado en dos periodos tiene una rentabilidad menor que 10% de la opción mas segura y por tanto su puesta en marcha no es viable, resulta más rentable mantenerlo en el banco por dos periodos.

La opción B' tiene un VPN positivo por lo que supera la rentabilidad de invertirlo en el banco.

Como se vio, si el VPN=0 implica que la inversión genera una rentabilidad igual a la de la opción segura.

Valor Presente de los Costos, VPC

De manera análoga pero incluyendo en la evaluación únicamente los costos asociados, el VPC determina los costos a valor actual de un proyecto descontados con una tasa de rendimiento. El VPC es un indicador que pretende medir cuanto gastará quién realiza un proyecto de inversión, medido en términos de costos actuales, considerando varios periodos.

Esta variación del VPN es utilizada comúnmente cuando la realización de un proyecto es inminente aunque se sabe que el proyecto no generará ingresos,

por lo que la comparación entre alternativas se realiza con base únicamente en los costos, en consecuencia se elige la alternativa que genera menores costos. La regla de decisión en este caso favorecerá al valor más pequeño.

La fórmula de Valor Presente de los Costos es:

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

VPC: valor presente de los costos

C_t: costo asociado al año t

r: tasa de interés

n: número de periodos en el horizonte de evaluación

t: año calendario en el horizonte de evaluación

El razonamiento de la fórmula es el mismo que en el caso del VPN, con la diferencia de que para el VPC solamente se incluyen los gastos y se excluyen los ingresos.

Tanto el VPN como el VPC son herramientas en el análisis económico de proyectos de inversión, generalmente se utilizan para determinar únicamente si la puesta en marcha de un proyecto es viable o no a una determinada tasa de interés y por un número determinado de periodos.

Una de las limitantes que tienen tanto el VPN como el VPC es que para comparar alternativas es indispensable que siempre se tome en la comparación igual número de periodos.

Por ejemplo consideremos dos alternativas de inversión A y B para la adquisición de maquinaria cuya vida útil es 5 y 10 años respectivamente y cuyos costos se representan en la siguiente tabla.

Alternativa	Costo de Adquisición	Costo Mantto.									
A	-100	-10	-10	-10	-10						
B	-150	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12

Tabla 5.2

Aunque la alternativa A tiene costos de adquisición y mantenimiento más bajos que los de la alternativa B, también es cierto que tiene una duración menor, por lo que a simple vista no podemos decir que la alternativa A es mejor que B o viceversa.

Dado que los costos de ambas alternativas suceden a lo largo del tiempo éstos se deben traer a valor presente descontados con la tasa de interés para conocer el valor actual de costos.

Sin embargo el hecho de que la vida de útil para los proyectos A y B sea distinta hace imposible su comparación por medio del VPC. Para que la comparación tuviera lugar tendríamos que tratar de igualar los horizontes de evaluación para ambas opciones de inversión.

Así en el proyecto A debemos considerar que al término de los 5 años de su vida útil se deberá incurrir en el costo de adquisición de una nueva maquinaria y considerar también sus costos de mantenimiento para los años restantes hasta completar el horizonte de evaluación de 10 años de la alternativa B, sólo de esta manera la comparación sería válida.

Aunque el VPN y el VPC tienen la cualidad de traer los ingresos y costos a valor actual el análisis está hecho con base a la suma de los flujos del total de los años en el horizonte de evaluación por lo que se debe conocer de antemano el número de años o periodos que se pretenden evaluar, mientras que en este estudio es precisamente lo que se desea conocer, es decir, cuál es el número de años que puede durar como máximo una determinada inversión.

Bajo la limitante de no poder evaluar separadamente cada periodo en el horizonte de evaluación, hasta ahora se carece de una herramienta que establezca cual es el momento óptimo en que se suspenda un proyecto de inversión una vez que ha sido puesto en marcha.

Sin embargo estos métodos representan un punto de partida para otros métodos que se derivan de estos y que pueden ayudarnos en este estudio.

Costo Anual Equivalente, CAE

El método del costo anual equivalente es utilizado para comparar los costos de alternativas que tienen distinta vida útil. El CAE evalúa los costos de las alternativas de inversión de manera equitativa aunque estas se lleven a cabo en horizontes de evaluación distintos.

Aunque la designación de este método como *Costo Anual Equivalente* hace referencia a un cálculo anual, esto no es restrictivo en el sentido de que los periodos de análisis pueden considerarse como más convengan, así podemos evaluar semanas, meses, trimestres, quinquenios, etc. pero de manera equivalente.

El CAE consiste en expresar todos los costos de un proyecto en términos de una cuota en un periodo de tiempo determinado, éste puede suponerse como el tiempo que se pretenda que el proyecto este en funcionamiento o simplemente podemos establecerlo como el periodo de análisis que deseemos.

Esta característica de convertir los costos en una serie uniforme de costos, permite comparar en forma equitativa proyectos cuya duración sea distinta, ya que sería injusto decir que un proyecto de corta duración es menos fructífero comparado con un proyecto de larga duración.

El CAE permite realizar varias iteraciones de análisis de costos de un proyecto a lo largo del tiempo dando lugar a que se pueda evaluar periodo por periodo y de manera separada permitiendo así conocer en que momento de la vida útil de un proyecto su costo es mínimo y a su vez observar en que momento éste es superado.

El CAE es entonces, según sus propiedades el método que ajusta con las características de nuestro análisis, ya que tiene la bondad de expresar los costos en valor presente, pero además convierte a los costos en una serie uniforme de pagos o cuotas, lo que lo hace un método que puede ser utilizado en la comparación de costos en cualquier momento a lo largo del tiempo, ya que su calculo contrario al VPN no esta definido por la suma total de los costos, sino por el análisis puntual de cada uno de estos a través del tiempo.

Por lo anterior permite señalar el momento a lo largo del tiempo en que un proyecto de inversión debe darse por terminado con base en argumentos económicos bajo la condición de que los costos sean mínimos.

Al respecto la regla de decisión al evaluar con este método es, que al calcular para cada una de las alternativas su CAE, se debe optar por el proyecto cuyo indicador sea menor, ya que ello significará que es la alternativa que al ser analizada representa menores costos.

Con respecto a las iteraciones de análisis a lo largo de varios periodos la regla de decisión es suspender un proyecto en el momento que los costos empiezan a crecer, es decir, una vez que han rebasado su nivel mínimo y por tanto óptimo con base en las reglas de optimización antes mencionadas.

La fórmula del Costo Anual Equivalente es:

$$CAE = (VPC) * \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

$$CAE = \left(\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \right) * \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Donde:

CAE= costo anual equivalente

VPC: valor presente de los costos

Ct: costo asociado al año t

r: tasa de interés

n: número de periodos considerados en la evaluación

t: año calendario en el horizonte de evaluación

El Costo Anual Equivalente representa el método ideal en el análisis de costos de un automóvil ya que por sus características permite evaluar de manera

objetiva los costos asociados al uso y funcionamiento de un auto, para determinar la duración de su vida útil bajo el criterio de optimización de costos.

El Costo Anual Equivalente ajusta con un factor a cada uno de los VPC para que sean comparables.

CAPITULO VI. Análisis de la información

Para poder llevar a cabo el análisis de costos de la vida útil de un automóvil, así como su momento de retiro del parque vehicular es necesario contar con una serie de datos como base de estudio, por lo que es importante mencionar que los datos que se utilizarán a través de este análisis fueron extraídos de la oferta que actualmente se presentan en el mercado vehicular de México¹.

También es importante mencionar que dado la dificultad de estudiar todo el mercado automovilístico hubo que hacer una acotación y optar por analizar únicamente un tipo de automóvil.

El Tsuru perteneciente a la gama de productos de la compañía Nissan, por sus características de alto rendimiento en combustible, su diseño compacto y su precio de adquisición relativamente bajo en el mercado, ha sido elegido de entre otras alternativas como el vehículo más popular para las familias, las empresas en la creación de flotillas, así como también como medio de trabajo y de transporte.

Además es una de las líneas que comenzaron a venderse hace aproximadamente 20 años y que aún continúan ofreciéndose, ello permite que se pueda contar con una serie de observaciones lo suficientemente larga a través del tiempo para el análisis.

Por lo anterior el Tsuru es el vehículo cuyos costos analizaremos a fin de conocer el comportamiento económico de un vehículo a lo largo de su vida útil.

Depreciación

Dentro del Capítulo III advertimos que la depreciación es uno de los costos de un vehículo. Recordando, la depreciación es el desgaste de nuestro auto conforme lo utilizamos.

En principio se podría pensar que la depreciación es un costo que se debe cargar de manera acumulada hacia el final de la vida útil sacando la diferencia del valor inicial contra el valor final del auto, pensando que este ha sido usado todo lo posible y que la depreciación es la máxima, sin embargo eso no colaboraría a realizar un análisis objetivo y puntual de cada periodo de evaluación.

La depreciación se refleja en cada momento en el valor del auto, es decir, cuando decidimos vender un auto seminuevo al realizar la venta estamos pagando como vendedores un porcentaje de depreciación por el uso que le hemos dado, considerando que lo venderemos a un menor precio del que lo adquirimos.

¹ La información que contiene la base de datos fue obtenida de la sección “Aviso Oportuno” del periódico “El Universal”.

De la misma manera si no cambiamos de vehículo en un lapso determinado, cada año o periodo de kilómetros que decidimos conservarlo nos cuesta y se ve reflejado en la disminución del valor del auto en el mercado.

Entonces, dado que la depreciación es un costo que está presente a lo largo de la vida de un automóvil este costo debe tener impacto en cada periodo de evaluación en la proporción que le corresponde, se debe estimar dicha cantidad y agregarse a la lista de costos de un vehículo.

Para poder conocer el costo de depreciación de un automóvil (Tsuru) tomamos como base su precio de venta en el mercado para distintos kilómetros acumulados.

La muestra que conforma la base de datos² consta de 363 observaciones las cuáles están integradas con información de año, precio y kilómetros.

Los precios de los autos según su kilometraje se agruparon en periodos de 20,000 Km bajo el supuesto de que un vehículo particular recorre en promedio anualmente dicha cantidad de kilómetros, de esa manera se integraron 18 periodos o años para el análisis.

En vista de que para cada periodo de 20,000 Km existen distintos precios de venta para los vehículos, se calculó el precio o valor promedio para cada rango.

El resumen de la información organizada por periodos se presenta en la siguiente tabla³:

² Esta se presenta de manera desagregada en el Anexo 1.

³ Los precios para calcular el valor promedio de un vehículo en el mercado se calculó con los datos obtenidos en octubre de 2005.

Periodos	Rango (Miles de Km)	Precio Promedio (Pesos)
	0	98,800 ⁴
1	20	69,343
2	40	65,421
3	60	58,558
4	80	49,258
5	100	40,106
6	120	38,977
7	140	33,445
8	160	31,325
9	180	27,314
10	200	28,829
11	220	24,823
12	240	24,392
13	260	24,240
14	280	16,500
15	300	24,500
16	320	13,000
17	340	11,250
18	360	9,500

Tabla 6.1

Una vez que tenemos el precio promedio podemos calcular con base en este el costo de depreciación, ya que este último está dado por la diferencia entre el valor del auto en el periodo anterior menos el valor del auto en el periodo que se está evaluando.

Así, el valor del auto en cada periodo determina el costo de depreciación correspondiente. La tabla 6.2 presenta dichos valores y costos, así como el porcentaje en que se deprecia para cada rango el precio del auto y que por tanto es el porcentaje de depreciación.

⁴ El precio del vehículo para este periodo no es el promedio de las observaciones, este es el precio de un Tsuru nuevo y este no varía porque está establecido igual para todas las agencias Nissan.

Periodo (Miles de Km)	Precio Promedio (Pesos)	Costo de Depreciación (Pesos)	Porcentaje de Depreciación ⁵
0	98,800		
20	69,343	29,457	30%
40	65,421	3,922	6%
60	58,558	6,863	10%
80	49,258	9,301	16%
100	40,106	9,152	19%
120	38,977	1,129	3%
140	33,445	5,532	14%
160	31,325	2,120	6%
180	27,314	4,011	13%
200	28,829	-1,516	-6%
220	24,823	4,006	14%
240	24,392	430	2%
260	24,240	152	1%
280	16,500	7,740	32%
300	24,500	-8,000	-48%
320	13,000	11,500	47%
340	11,250	1,750	13%
360	9,500	1,750	16%

Tabla 6.2

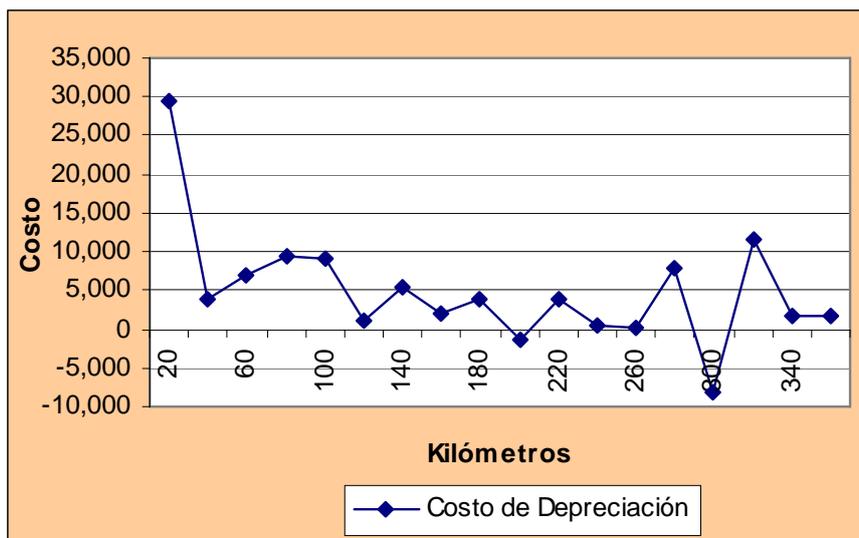
Como vimos en el capítulo III acerca de la depreciación era que ésta al principio tenía un costo muy alto y que conforme pasaba el tiempo aunque siempre estaba presente iba disminuyendo su costo.

Gráficamente el precio de un vehículo y el costo de depreciación para diferentes kilometrajes en un periodo determinado se muestran en las gráficas 6.3 y 6.4 respectivamente.



Gráfica 6.3

⁵ Porcentaje de depreciación calculado con respecto al valor inmediato anterior del precio promedio del auto.



Gráfica 6.4

Aunque en las gráficas anteriores se observa la disminución tanto del valor del auto como del costo de depreciación, también es cierto que ambas curvas tienen “picos”, esto significa que en su mayoría los puntos en las gráficas están dentro de esa línea haciendo que las curvas sean decrecientes, sin embargo hay algunos puntos que salen de esa tendencia.

Ahora bien, para poder conocer los valores que reflejen de manera uniforme el comportamiento de la disminución del valor del auto y del costo de depreciación podemos ajustar una “línea de tendencia” a la curva de precios promedio de venta con que ya contamos.

Cuando se ajusta una línea de tendencia a una curva de valores observados lo que se pretende es corregir los picos que pueda tener dicha curva, la intención es encontrar una nueva curva de valores estimados que describa la tendencia de los valores observados pero de una forma uniforme, es decir sin picos como sucede en la observaciones reales.

Al ajustar una línea de tendencia se debe obtener una ecuación que aplicada a los valores observados de cómo resultado los valores estimados, las ecuaciones de la línea de pueden ser de varios tipos.

REGRESIÓN	ECUACIÓN
Lineal	$Y = \alpha + \beta x$
Logarítmica	$\ln(y) = \alpha + \beta \ln(x)$
Exponencial	$Y = \alpha e^{(\beta x)}$
Cuadrática	$Y = \alpha + \beta x + \gamma x^2$

Tabla 6.5

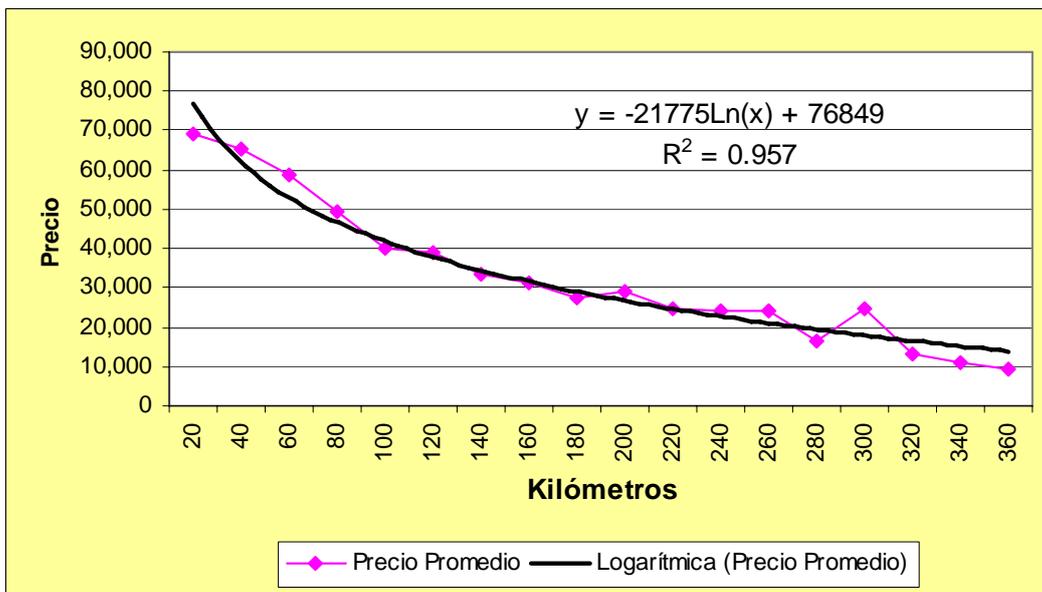
Los coeficientes α , β y γ en el caso de la ecuación cuadrática, son los factores de ajuste que hacen que se pueda contar con una línea de tendencia que ordene el comportamiento de los valores observados.

Cuando se realiza un ajuste por medio de una línea de tendencia se debe considerar el coeficiente de correlación R^2 , este parámetro indica que tan

bueno es el ajuste, es decir, que tanto la línea de tendencia refleja el comportamiento de la curva de valores observados.

El rango de valores del coeficiente de correlación se encuentra en $0 < R^2 < 1$, en donde un coeficiente cercano a cero implica un mal ajuste de los valores estimados con respecto de los valores observados, y un coeficiente cercano a 1 significa que la línea de tendencia es una buena representación de los valores observados, sobra decir que una $R^2=1$ implica un ajuste perfecto.

Así, la gráfica donde se ajusta la línea de tendencia a nuestra curva de precios se ve de la siguiente forma:



Gráfica 6.6

El coeficiente $R^2=0.957$ indica un muy buen ajuste, es decir que la línea de tendencia que corrige los picos de la curva original sigue la tendencia de esta sin estar forzada y es una buena representación ordenada de las observaciones reales.

La ecuación es logarítmica porque es la que mejor correlación presentaba y la línea de tendencia es lo suficientemente “suave” como para no forzar los nuevos valores de los datos estimados.

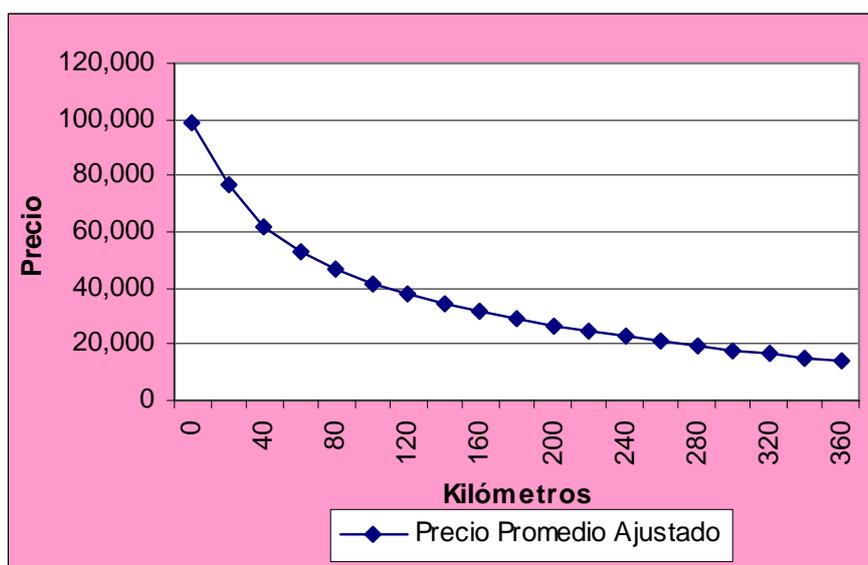
Los coeficientes de ajuste α y β son iguales a -21,775 y 76,849 respectivamente. Aplicándolos a los datos observados tenemos que el precio ajustado mediante una línea de tendencia es el siguiente.

Periodo (Miles de Km)	Precio Promedio Ajustado (Pesos)	Costo de Depreciación Ajustado (Pesos)	Porcentaje de Depreciación Ajustado ⁶
0	98,800		
20	76,849	21,951	22%
40	61,756	15,093	19%
60	52,927	8,829	14%
80	46,662	6,264	12%
100	41,803	4,859	10%
120	37,833	3,970	10%
140	34,477	3,357	9%
160	31,569	2,908	8%
180	29,004	2,565	8%
200	26,710	2,294	8%
220	24,635	2,075	8%
240	22,740	1,895	8%
260	20,997	1,743	8%
280	19,384	1,614	8%
300	17,881	1,502	8%
320	16,476	1,405	8%
340	15,156	1,320	8%
360	13,911	1,245	8%

Tabla 6.7

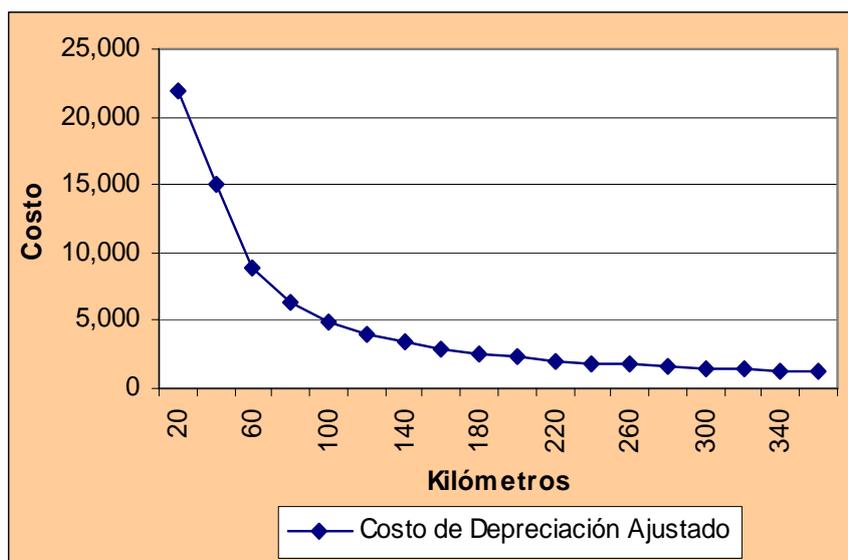
Evidentemente el ajuste en el precio hace que el costo de depreciación se ajuste también a esa tendencia puesto que está estimado con base en el primero.

De esa manera notamos como las gráficas de precio y costo de depreciación después del ajuste siguen una tendencia uniforme.



Gráfica 6.8

⁶ Porcentaje de depreciación calculado con respecto al valor inmediato anterior del precio promedio ajustado del auto.



Gráfica 6.9

Este costo de depreciación ajustado es el que utilizaremos más adelante.

MANTENIMIENTO

Hablando de los costos de mantenimiento de un vehículo como se ha venido haciendo hasta ahora resulta práctico adoptar una división entre éstos, así, de manera general encontramos costos de operación (costos corrientes), costos de mantenimiento menor (costos periódicos) y costos de mantenimiento mayor (costos periódicos).

El hecho de que los costos de mantenimiento sean corrientes o periódicos implica que puesto que se sabe con cierta anticipación cada cuando se realizará una erogación por un determinado concepto es necesario que el costo de cada uno de ellos se reparta entre el número de periodos que cubre ese costo de mantenimiento u operación según la periodicidad con que se tenga que realizar.

Así los conceptos que tienen periodicidad superior a un periodo (20,000 Km), deberán dividirse entre el numero de periodos que abarcan, y los mantenimientos cuya periodicidad es menor a un periodo, deberá multiplicarse por el número de veces necesarias que deberán realizarse para cubrir un periodo.

Costos de Operación

Los costos de operación tales como licencia o verificación no se incrementan ni disminuyen conforme se recorren kilómetros, estos se mantienen constantes y aunque no tienen ningún efecto sobre los costos totales deben incluirse por ser costos en los que se incurre cuando se adquiere un automóvil.

En el caso de las llantas éstas son necesarias para que un vehículo pueda recorrer distancias, este es un costo de operación que se realiza de manera periódica a saber que cada 40,000 Km se recomienda que se reemplacen los neumáticos.

El costo de operación por excelencia es el combustible, un vehículo puede circular sin verificación aunque se encuentre infringiendo las normas ambientales o las de vialidad en el caso de que el conductor no cuente con licencia, pero un automóvil definitivamente no puede circular sin gasolina, por ello es un costo que no podemos evadir.

El rendimiento del combustible para un Tsuru es de 14.7 Km por litro, esto quiere decir que si el precio de la gasolina es en la actualidad⁷ de 6.38 pesos, para poder recorrer 20,000 Km (rango establecido de los periodos de análisis) es necesario gastar 8,680 pesos.

Este costo no se mantiene fijo a través del tiempo, por que el rendimiento de combustible de un vehículo disminuye conforme éste es utilizado debido a que el desgaste del motor hace que se requieran mayores cantidades de gasolina.

Aunque se podría pensar que los mantenimientos preventivos o menores (por ejemplo la afinación) deberían contrarrestar esta situación y mantener el rendimiento inicial de kilómetros por litro de un motor, lo cierto es que dichos mantenimientos sí devuelven cierta eficiencia al vehículo, sin embargo no en su totalidad por lo que con el paso del tiempo pero sobretodo con el uso, los autos se van alejando de las condiciones en las que se encontraban cuando eran nuevos o tenían pocos kilómetros recorridos.

En este análisis consideramos que el rendimiento de la gasolina disminuye paulatinamente en un 3% por periodo con respecto al rendimiento inicial, de tal manera que al final de 18 periodos de análisis, el vehículo a perdido poco más del 30% de su rendimiento en combustible siendo este de aproximadamente 10 Km por litro y el costo por combustible en sí se incrementará en un 50% por las mismas razones.

Los principales costos de operación, su periodicidad y su costo se presenta en la tabla 6.10.

⁷ Octubre de 2005

COSTOS DE OPERACIÓN				
Concepto	Costo (Pesos)	Periodicidad (Km)	No. Veces que se realiza x periodo	Costo por periodo (Pesos)
Licencia	208	20,000	1	208
Verificación	360	10,000	2	720
Llantas	2,000	40,000	0.5	1,000
Combustible	8,680	20,000	1	Variable

Tabla 6.10

Mantenimiento Menor

Recordemos que en el capítulo III lo que advertimos acerca de los mantenimientos es que al inicio de la vida de un automóvil éstos son bajos y conforme se recorren kilómetros se vuelven más costosos.

Los mantenimientos menores incrementan su costo a través de los kilómetros recorridos de manera que para los primeros periodos el porcentaje de incremento es cero y se va incrementando hasta que en un rango de 18 periodos en este análisis se incrementa como máximo un 80%.

Los mantenimientos menores incrementan su costo porque aunque su frecuencia no cambia dichas revisiones rutinarias evidencian fallas que requieren reparaciones para las cuales puede necesitarse cambio de ciertas refacciones, ello es en parte lo que hace que el costo por concepto de mantenimiento menor se incremente a través de los periodos de análisis.

El costo también puede elevarse porque un auto con mayor kilometraje puede necesitar revisiones y reparaciones más exhaustivas para encontrar anomalías en el funcionamiento que un auto con pocos kilómetros, por ello la mano de obra aumenta su precio.

El razonamiento que explica el incremento en el costo del combustible es el mismo que el que explica el incremento en el costo por mantenimiento menor, puesto que es evidente que por más mantenimiento que se le brinde a un vehículo este no recupera con las reparaciones el 100% de su buen funcionamiento inicial.

Contrario a eso conforme se acumulan kilómetros resulta más difícil resarcir las huellas del paso del tiempo y del uso así que inevitablemente en algún momento cuanto más utilicemos un vehículo este se volverá viejo pese haber recibido sus mantenimientos periódicos.

Los mantenimientos menores, su costo, y su periodicidad se presentan en la tabla 6.11.

MANTENIMIENTO MENOR				
Concepto	Costo (Pesos)	Periodicidad (Km)	No. Veces	Costo inicial por periodo (Pesos)
Suspensión	200	30,000	0.7	133
Alineación y Balanceo	250	40,000	0.5	125
Frenos	750	20,000	1	750
Lubricación	120	5,000	4	480
Afinación	830	10,000	2	1,660
Enfriamiento	150	20,000	1	150
Servicio Eléctrico	150	20,000	1	150

Tabla 6.11

Para calcular los costos de mantenimiento menor a través de los periodos subsecuentes se multiplico el porcentaje de incremento considerado por el costo inicial de cada mantenimiento y así se obtuvo el costo de mantenimiento menor y su incremento a través del tiempo.

Mantenimiento Mayor

El mantenimiento mayor también se incrementa tanto en costo como en frecuencia, evidentemente los mantenimientos mayores no se consideran desde los primeros periodos ya que estos se tienen que efectuar a causa del desgaste que se acumula después de ciertos kilómetros recorridos.

De esta manera antes de los 100,000 Km no se consideran costos de mantenimiento mayor, después de los 100,000 km para los siguientes cinco periodos se considera un mantenimiento mayor de cada tipo y para los siguientes nueve periodos dos mantenimientos.

La tabla 6.12 presenta los mantenimientos mayores y su costo cuando se realizan por primera vez.

MANTENIMIENTO MAYOR	
Ajuste de Motor	7,000
Cambio de Radiador	6,000
Cambio de Caja de Velocidades	5,000
Cambio del Alternador	3,500
Cambio de la Transmisión	3,000

Tabla 6.12

El incremento en el costo del mantenimiento mayor se debe a que al igual que los mantenimientos menores las correcciones que se realicen en el funcionamiento del vehículo son más minuciosas cuanto más se ha utilizado el auto.

Por ejemplo tratar de recuperar la potencia del motor de un automóvil es más difícil cuanto más kilometraje acumulado se tiene, esto sin importar que con anterioridad ya se le haya efectuado un mantenimiento mayor de ese tipo.

El hecho de que se requiera un nuevo mantenimiento quiere decir que si bien ya fue reparado una vez nuevamente el uso ha demeritado las condiciones del vehículo y es necesaria una nueva reparación, esta vez de un vehículo mucho más desgastado, por lo cual el costo aumenta.

El costo de estos mantenimientos al igual que el del costo de operación y mantenimiento menor, también debe ser distribuidos en el número de periodos en que está considerado que abarquen, es decir, si se considera que un mantenimiento mayor no se presentará de nueva cuenta hasta dentro de cinco periodos, entonces el costo de dicho mantenimiento debe ser repartido entre los periodos considerados.

En las tablas 6.13, 6.14 y 6.15 se expresan los costos de operación y mantenimiento menor y mayor a lo largo de los periodos de análisis así como su variación a través de estos según los porcentajes de incremento considerados anteriormente.

Costos de Operación						Costos de Depreciación	
Periodo	Rango (Km)	Licencia (pesos)	Verificación (pesos)	Llantas (pesos)	Combustible (pesos)	Valor del Auto (pesos)	Costo Depreciación (pesos)
	0					98,800	
1	20	208	720	1,000	8,680	76,849	21,951
2	40	208	720	1,000	8,680	61,756	15,093
3	60	208	720	1,000	9,114	52,927	8,829
4	80	208	720	1,000	9,288	46,662	6,264
5	100	208	720	1,000	9,461	41,803	4,859
6	120	208	720	1,000	9,635	37,833	3,970
7	140	208	720	1,000	9,809	34,477	3,357
8	160	208	720	1,000	9,982	31,569	2,908
9	180	208	720	1,000	10,156	29,004	2,565
10	200	208	720	1,000	10,330	26,710	2,294
11	220	208	720	1,000	10,503	24,635	2,075
12	240	208	720	1,000	10,677	22,740	1,895
13	260	208	720	1,000	10,850	20,997	1,743
14	280	208	720	1,000	11,024	19,384	1,614
15	300	208	720	1,000	11,198	17,881	1,502
16	320	208	720	1,000	11,371	16,476	1,405
17	340	208	720	1,000	11,545	15,156	1,320
18	360	208	720	1,000	11,718	13,911	1,245

Tabla 6.13

Costos de Mantenimiento Menor									
Periodo	Rango (Km)	Incremento Mantto. Menor (%)	Suspensión (pesos)	Alineación y Balanceo (pesos)	Enfriamiento (pesos)	Frenos (pesos)	Lubricación (pesos)	Afinación (pesos)	Servicio Eléctrico
	0								
1	20	0.00%	133	125	150	750	480	1,660	150
2	40	0.00%	133	125	150	750	480	1,660	150
3	60	5.00%	140	125	158	788	504	1,743	158
4	80	10.00%	146	131	165	825	528	1,826	165
5	100	15.00%	153	138	173	863	552	1,909	173
6	120	20.00%	160	144	180	900	576	1,992	180
7	140	25.00%	166	150	188	938	600	2,075	188
8	160	30.00%	173	156	195	975	624	2,158	195
9	180	35.00%	180	163	203	1,013	648	2,241	203
10	200	40.00%	186	169	210	1,050	672	2,324	210
11	220	45.00%	193	175	218	1,088	696	2,407	218
12	240	50.00%	200	181	225	1,125	720	2,490	225
13	260	55.00%	206	188	233	1,163	744	2,573	233
14	280	60.00%	213	194	240	1,200	768	2,656	240
15	300	65.00%	219	200	248	1,238	792	2,739	248
16	320	70.00%	226	206	255	1,275	816	2,822	255
17	340	75.00%	233	213	263	1,313	840	2,905	263
18	360	80.00%	239	219	270	1,350	864	2,988	270

Tabla 6.14

Costos de Mantenimiento Mayor						
Periodo	Rango (Km)	Cambio de alternador (pesos)	Cambio de Transmisión (pesos)	Ajuste de motor (pesos)	Cambio radiador (pesos)	Cambio Caja velocidades (pesos)
	0					
1	20					
2	40					
3	60					
4	80					
5	100	700	600	1,400	1,200	1,000
6	120	700	600	1,400	1,200	1,000
7	140	700	600	1,400	1,200	1,000
8	160	700	600	1,400	1,200	1,000
9	180	700	600	1,400	1,200	1,000
10	200	900	700	1,500	1,300	1,100
11	220	900	700	1,500	1,300	1,100
12	240	900	700	1,500	1,300	1,100
13	260	900	700	1,500	1,300	1,100
14	280	900	700	1,500	1,300	1,100
15	300	1,250	1,000	2,000	1,750	1,500
16	320	1,250	1,000	2,000	1,750	1,500
17	340	1,250	1,000	2,000	1,750	1,500
18	360	1,250	1,000	2,000	1,750	1,500

Tabla 6.15

Análisis de costos mediante Costo Anual Equivalente

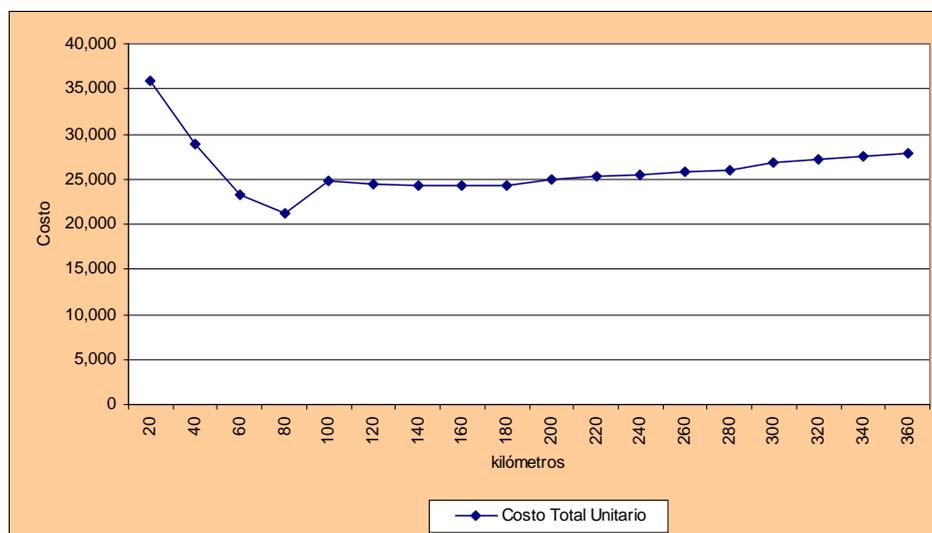
Una vez presentados los principales costos asociados a un vehículo, procedemos entonces al análisis económico de los costos utilizando las herramientas descritas en los capítulos IV y V.

En primera instancia debemos calcular el costo total por periodo, este es la suma de los costos de operación, mantenimiento menor, mantenimiento mayor, y el costo de depreciación estimado para cada uno de los 18 periodos de análisis

Rango (Miles de Km)	Periodo (años)	Costos Operación (pesos)	Costos Mantto. Menor (pesos)	Costos Mantto, Mayor (pesos)	Costo Depreciación (pesos)	Costo Total x Periodo (pesos)
0						
20	1	10,608	3,448	0	21,951	36,007
40	2	10,608	3,448	0	15,093	29,150
60	3	11,042	3,614	0	8,829	23,485
80	4	11,216	3,787	0	6,264	21,267
100	5	11,389	3,959	4,900	4,859	25,107
120	6	11,563	4,131	4,900	3,970	24,565
140	7	11,737	4,304	4,900	3,357	24,297
160	8	11,910	4,476	4,900	2,908	24,194
180	9	12,084	4,649	4,900	2,565	24,197
200	10	12,258	4,821	5,500	2,294	24,873
220	11	12,431	4,993	5,500	2,075	25,000
240	12	12,605	5,166	5,500	1,895	25,165
260	13	12,778	5,338	5,500	1,743	25,359
280	14	12,952	5,511	5,500	1,614	25,576
300	15	13,126	5,683	7,500	1,502	27,811
320	16	13,299	5,855	7,500	1,405	28,060
340	17	13,473	6,028	7,500	1,320	28,321
360	18	13,646	6,200	7,500	1,245	28,591

Tabla 6.16

La curva de costo por periodo para un vehículo a través de 18 periodos de observación se ve así:



Gráfica 6.17

Con base en el cálculo de costo total por periodo calculamos el Valor Presente de los Costos con una tasa de interés del 5% anual con base en que un automóvil recorre 20,000 Km en promedio en un año.

Sin embargo dado que como ya hemos visto el VPC no es comparable para periodos distintos de evaluación también calculamos la suma de los costos descontados para cada horizonte de evaluación en el que se aumenta consecutivamente un periodo al análisis.

Es decir, para el horizonte $n=1$ se considera el VPC de un periodo, para un horizonte $n=2$ se considera la suma del VPC del periodo 1 más el VPC del periodo 2 (tomar la suma de los VPC's garantiza que estos ya han sido descontados con la tasa de interés y por tanto ya han sido trasladados a valor actual), así se suman sucesivamente el valor presente de los costos hasta llegar a un horizonte de evaluación $n=18$ el cual consecuentemente será la suma de los 18 periodos de análisis.

De esta manera el $VPC(t)$ es el valor presente de los costos para cada periodo evaluado de manera individual y el $VPC(n)$ es la suma por periodos para cada horizonte "n" de evaluación.

Con base en el cálculo hecho para el $VPC(n)$ podemos estimar el CAE utilizando un factor que hace los periodos comparables y que utiliza una tasa de interés del 5% anual.

Tasa de Interés (r)	(n)	(t)	Rango	Costo x Periodo	Factor Descuento	VPC (t)	VPC (n)	Factor del CAE	CAE
0.05			0						
	1	0	20	36,007	1.0000	36,007	36,007	1.0500	37,808
	2	1	40	29,150	1.0500	27,761	63,769	0.5378	34,295
	3	2	60	23,485	1.1025	21,302	85,071	0.3672	31,239
	4	3	80	21,267	1.1576	18,371	103,442	0.2820	29,172
	5	4	100	25,107	1.2155	20,656	124,098	0.2310	28,663
	6	5	120	24,565	1.2763	19,247	143,345	0.1970	28,241
	7	6	140	24,297	1.3401	18,131	161,475	0.1728	27,906
	8	7	160	24,194	1.4071	17,194	178,670	0.1547	27,644
	9	8	180	24,197	1.4775	16,378	195,047	0.1407	27,441
	10	9	200	24,873	1.5513	16,033	211,081	0.1295	27,336
	11	10	220	25,000	1.6289	15,348	226,428	0.1204	27,259
	12	11	240	25,165	1.7103	14,714	241,142	0.1128	27,207
	13	12	260	25,359	1.7959	14,121	255,263	0.1065	27,174
	14	13	280	25,576	1.8856	13,564	268,826	0.1010	27,158
	15	14	300	27,811	1.9799	14,046	282,873	0.0963	27,253
	16	15	320	28,060	2.0789	13,497	296,370	0.0923	27,346
	17	16	340	28,321	2.1829	12,974	309,344	0.0887	27,439
18	17	360	28,591	2.2920	12,474	321,818	0.0855	27,530	

Tabla 6.18

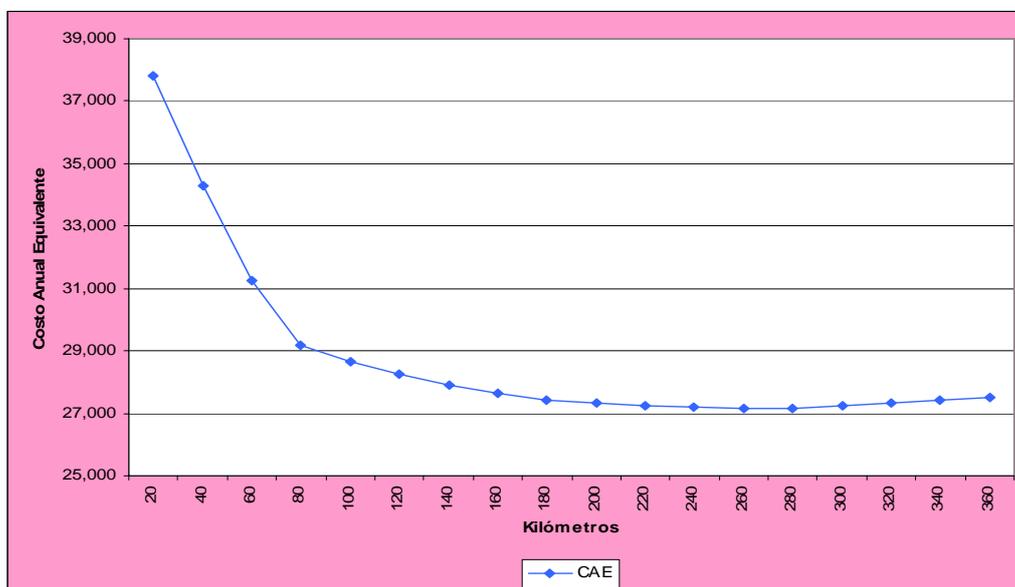
Como ya sabemos las cifras del CAE son comparables aunque el horizonte de evaluación "n" haya ido variando al aumentar un periodo en cada en cada iteración.

De esta manera podemos comparar los costos de un automóvil si se mantiene durante un periodo contra los costos si se mantiene dos periodos, tres, sucesivamente hasta 18 periodos.

Si recordamos, en el capítulo de decisiones óptimas la regla de decisión para suspender una actividad es abandonar esta cuando ha rebasado sus costos mínimos.

En el caso de un vehículo no se deberían de seguir recorriendo distancias (produciendo kilómetros) después de que se ha alcanzado el punto más bajo en su curva de costo total.

Observemos entonces la gráfica del Costo Total comparable mediante el CAE.



Gráfica 6.19

En la gráfica se observa el incremento en el valor del CAE además si regresamos a la tabla 6.16 veremos que en el periodo que comprende 280,000 Km el CAE presenta su valor mínimo (27,158), ello significa que después de ese kilometraje el costo por utilizar el vehículo se encontraría por arriba del mínimo.

Lo anterior indica que las personas no deberían conducir vehículos cuyo kilometraje sea superior a 280,000 Km en virtud de que en este número de kilómetros recorridos se presenta el punto más bajo de la curva de costo total. Bajo los supuestos de este modelo este número de kilómetros correspondería a 14 años de antigüedad

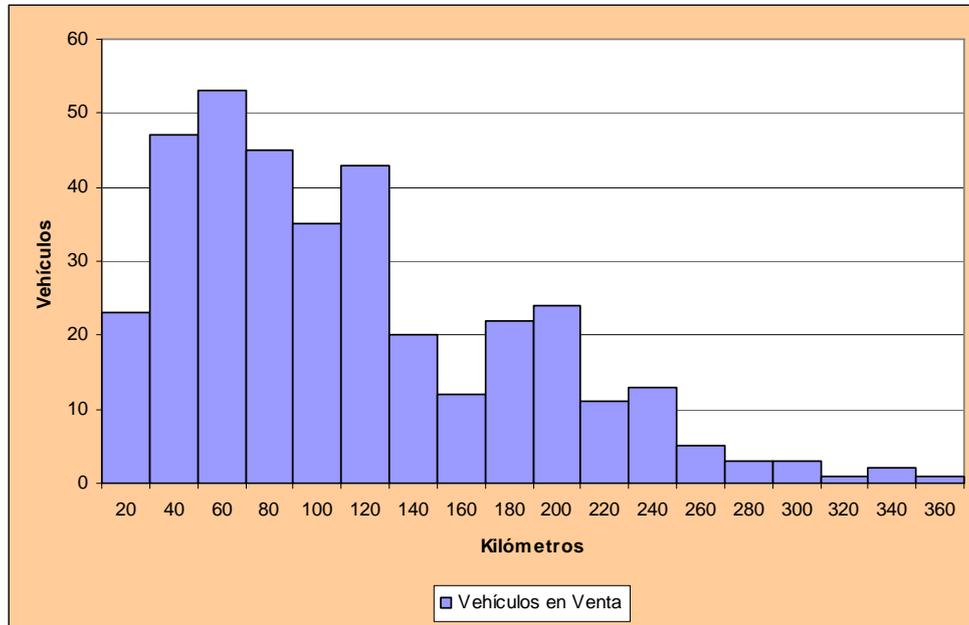
Después de este kilometraje los costos ya habrán rebasado su punto mínimo y si se conserva el vehículo el costo total por continuar utilizando se incrementará más cada periodo.

Entonces el desecho de un vehículo debería presentarse a partir de que la unidad ha alcanzado los 280,000 Km bajo el consigna de que el vehículo que este en consideración tenga características similares en costos, kilómetros recorridos por periodo, rendimiento, etc., al del vehículo analizado en este estudio (Tsuru).

El modelo es consistente hasta este punto, pero, ¿Qué tanto explica la realidad? ¿Realmente refleja el comportamiento de las personas?.

Contrastemos lo estimado con lo que las familias, personas y empresas resuelven de manera intuitiva.

El siguiente es el histograma de frecuencias de la base de datos, cada barra representa el número de vehículos en venta para el periodo correspondiente.



Gráfica 6.20

El histograma muestra que conforme aumenta el número de kilómetros recorridos las ventas de vehículos van disminuyendo, de tal suerte que después de los 240,000 Km ya se encuentran pocas ofertas y el número disminuye mucho más a partir de los 300,000 Km.

Cabe mencionar que después de los 360,000 Km ya no se encontraron ofertas pese a que el vehículo Tsuru fue introducido en 1984, es decir hace poco más de 20 años y un vehículo de 360,000 Km debe tener en promedio 18 años de antigüedad.

Sin embargo aunque notamos que en el histograma ya no existen ofertas de venta de autos que superen los 18 años de antigüedad, entonces, ¿por qué a diario vemos circular vehículos con antigüedad igual e inclusive superior a la mencionada?, ¿por qué las personas conservan sus vehículos aun cuando según éste análisis ya han rebasado el costo mínimo?,

Si recordamos la curva de costo total que se obtuvo mediante el CAE observamos que aunque sí presenta un punto de costos mínimos en conjunto la gráfica no tiene forma de "U" sino que después de que alcanza su mínimo ya no crece de manera acelerada volviéndose más bien asintótica, ello significa que el costo total para los últimos periodos no aumenta de forma drástica.

Entonces aunque sí existe un punto mínimo, los periodos subsecuentes a éste no presentan costos tan altos como para que la gente decida desechar su auto,

prefieren conservarlo a costa de pagar ese costo por encima del mínimo que no es muy alto. Veamos la siguiente tabla:

Rango	CAE	Costo Marginal	Valor del Auto	Costo Depreciación
0			98,800	
20	37,808		76,849	21,951
40	34,295	-3,512	61,756	15,093
60	31,239	-3,056	52,927	8,829
80	29,172	-2,067	46,662	6,264
100	28,663	-508	41,803	4,859
120	28,241	-422	37,833	3,970
140	27,906	-335	34,477	3,357
160	27,644	-262	31,569	2,908
180	27,441	-203	29,004	2,565
200	27,336	-105	26,710	2,294
220	27,259	-76	24,635	2,075
240	27,207	-53	22,740	1,895
260	27,174	-33	20,997	1,743
280	27,158	-16	19,384	1,614
300	27,253	95	17,881	1,502
320	27,346	93	16,476	1,405
340	27,439	93	15,156	1,320
360	27,530	92	13,911	1,245

Tabla 6.21

Los datos en la columna de costo marginal es el costo en que se incrementa por encima del costo mínimo el costo total. Los cifras de costo marginal antes de que se presente el costo total mínimo (27,158 a los 280,000 Km) son negativos porque eso significa que cada periodo se va disminuyendo el costo total en esa cantidad, a partir de que son positivos se van aumentando por encima del mínimo.

Entonces recapitulando, el punto donde se alcanza el costo mínimo según el modelo es en 280,000 Km cuando se presenta un CAE de 27,158, pero, si decidimos ignorar eso y decidimos conservar el vehículo durante un periodo más eso solamente nos costaría 95 pesos por encima del mínimo, y dado que esa no es una cantidad que cause problemas económicos las personas intuitivamente siguen conservando sus autos.

Además, observemos que el costo anual equivalente de utilizar y mantener un vehículo de 180,000 Km es casi igual al del poseer un vehículo de 340,000 Km, entonces se podría pensar que una persona que conduce un vehículo de 17 años de antigüedad debería mejor cambiar a un auto de 9 años en virtud de que cuesta lo mismo utilizar ambos vehículos.

Lo que sucede es que si la persona que posee el auto de 340,000 Km logra vender su vehículo recibiría por él aproximadamente 15,000 pesos (valor de venta estimado en el mercado para un vehículo con ese número de kilómetros), y tendría que desembolsar alrededor de 9,000 pesos adicionales para poder adquirir un vehículo de 180,000 Km.

Por eso las personas, empresas, familias, etc. prolongan la vida útil de sus vehículos. Esto lo hacen hasta que no se presente un costo que haga que el costo se incremente desmesuradamente, pero mientras los costos no se aumenten significativamente se opta por conservar los vehículos aún cuando estos ya son carcachas.

Si recordamos un poco el histograma de frecuencias el número anuncios de venta de vehículos comienza a disminuir a partir de los 240,000 Km, recordemos también que el análisis de costos mediante CAE arroja que el óptimo se alcanza en 280,000 Km.

El que ya no se oferten autos para su venta no quiere decir que ya se encuentren en circulación después de cierto kilometraje, puede ser que ya no los pongan a la venta porque difícilmente encontrarán comprador, sin embargo, necesariamente tuvo que existir un último comprador, éste tiene dos opciones.

- 1) Tratar de vender el auto (probablemente a un mecánico o a un deshuesadero para recuperar una parte de su inversión, o bien,
- 2) Conservar el vehículo circulando hasta que se presente una reparación muy costosa que no este dispuesto a absorber y por tanto decida dejar de utilizarlo, es decir, retirar al auto del parque vehicular (puesto que es evidente que ya no encontrará comprador), esto es hasta cierto punto común, basta con ver todos los vehículos viejos abandonados en las vialidades.

El problema con la segunda opción es que dado que ya no se revenderá el vehículo no se recupera nada de lo invertido en la compra del auto y por tanto el costo resulta muy oneroso, es la pérdida total del valor de un bien por no tener éste valor de recuperación.

Por otro lado, el hecho de que no se haya logrado una curva de costos totales en forma de "U" implica que los costos de mantenimiento y operación no se incrementan lo suficiente como para contrarrestar el alto costo de la depreciación en los primeros periodos,

Aunque la mayoría de las personas no tiene presente una curva de costos totales cuando decide comprar, vender, o conservar un vehículo, lo que hace instintivamente es tomar sus decisiones en el margen.

De esa manera deciden continuar utilizando un vehículo viejo porque consideran que es más barato absorber el aumento en los costos de mantenimiento y operación (costo marginal) que pagar el costo de la depreciación de un auto más reciente que resulta más costoso.

Si los autos nuevos fueran más baratos y los mantenimientos fueran más altos entonces las personas preferirían asumir el costo de la depreciación que no sería tan alto y evitarían conservar vehículos muy antiguos por el alto costo de mantenimiento que representaría.

El hecho de que los vehículos sigan circulando en calidad de carcachas puede no ser benéfico para el medio ambiente, para el tráfico de las ciudades por el gran número de vehículos que no se retiran del parque vehicular, sin embargo sí representa un beneficio para el dueño de la carcacha porque su costo marginal de continuar utilizando el auto es menor que adquirir uno más reciente.

El costo marginal se mantendrá en niveles no muy altos siempre y cuando no se presente un mantenimiento muy costoso y siempre y cuando el vehículo se pueda vender para recuperar una parte de la inversión y no perder la totalidad del dinero representado por el valor de reventa del auto.

El punto anterior es importante por que el hecho de que se presente un mantenimiento muy costoso modifica la estructura del análisis que hasta ahora hemos consolidado.

Los resultados hasta ahora obtenidos están basados, y sobretodo respaldados en los costos observados, los datos son comprobables porque se puede obtener información de estos costos. Hasta este momento el análisis considera costos para los cuales se conoce su precio y su periodicidad, es decir, son costos previstos.

Aunque la depreciación, el mantenimiento menor, el mantenimiento mayor y el costo de operación pueden ir variando su costo por las razones antes expuestas, lo cierto es que con regularidad se mantendrán dentro de un rango de precio que generalmente se tiene considerado.

Por ejemplo, si sabemos que la última afinación que se le hizo a un vehículo tuvo un costo de 100 pesos, aunque se espera que en el siguiente mantenimiento el costo se incremente, no consideraríamos que este pueda costarnos miles de pesos.

Sin embargo, existen otros mantenimientos que no se encuentran incluidos dentro de los anteriores. Un especialista por ejemplo no podría darnos un pronóstico de cuando se presentará un mantenimiento que no sea los que ya hemos mencionado, sin embargo si nos puede asegurar que inevitablemente en algún momento se necesitará de alguna reparación.

Por su naturaleza incierta los mantenimientos no previstos pueden presentarse en cualquier momento, razón por la cual no podemos conocer de antemano su periodicidad.

El costo de este tipo de mantenimientos también es incierto puesto que el gasto que se presente puede ir desde una ponchadura de neumático hasta una cuarteadura de motor⁸, así que el costo es muy variable.

⁸ Algunos conceptos de mantenimientos no previstos pueden ser los siguientes: reemplazo de las bandas del alternador, banda dentada de la transmisión, mangueras que se conectan del radiador al motor, mangueras que conectan al radiador con la bomba de agua, reemplazo de los cables de la batería, cambio de batería, reemplazo de los cables de las bujías, cambio de los guardapolvo, cambio de vieletas, rótulas, copas, empaques del motor, cambio de fusibles, cambio de bomba de gasolina, caleros o rodajes de la

Un mantenimiento no previsto puede o no presentarse dentro de un periodo, sin embargo es razonable pensar que la probabilidad de que un vehículo con pocos kilómetros recorridos requiera de un mantenimiento imprevisto es muy baja o nula.

Evidentemente conforme utilizamos el auto dicha probabilidad aumenta al grado de que la reparación puede ser tan costosa que en algunas ocasiones se prefiere dar por perdido el vehículo, es entonces cuando se debe considerar al costo como pérdida total.

Dicho de otra forma, conforme se acumulan kilómetros la probabilidad de falla se incrementa, o bien la probabilidad de buen funcionamiento disminuye.

Todo lo anterior suena muy razonable, sin embargo el problema es que a diferencia de los costos de mantenimiento, operación y depreciación, donde conocemos su costo y su periodicidad de manera real, para este tipo de costos no previstos no se cuenta con una fuente de donde se pueda obtener información.

Basta con imaginar que si acudimos con un mecánico y le preguntamos ¿cuánto me costará aproximadamente mi próximo mantenimiento inesperado? o ¿cuál es la probabilidad de falla que tiene mi vehículo en este momento? o ¿cuál es la probabilidad de buen funcionamiento? seguramente que no obtendremos respuesta y si acaso la obtenemos ésta no será muy fiable.

Para poder estimar estas probabilidades un análisis probabilístico del funcionamiento y la posibilidad de falla de un vehículo sería muy adecuado, sin embargo ese no es el tema este proyecto⁹.

Lo anterior no nos impide suponer con un poco de sentido común valores para la probabilidad de funcionamiento y falla de un vehículo a través del tiempo con el fin de poder mostrar de manera hipotética que pasaría si a nuestro modelo inicial incluimos estas nuevas variables.

Así que proponemos los siguientes supuestos:

rueda, cambio de espiga, cambio de discos, cambio de anillos del pistón, problemas con las guías de la válvula, cambio de clutch, problemas con las palieres, sensores, computadoras de autos fuel injection.

⁹ Un estudio de probabilidad como el que se menciona podría ser tan extenso que bien puede considerarse como otro proyecto de tesis con un enfoque probabilístico y no económico como es el caso del que estamos tratando.

Km	Probabilidad de Funcionamiento p	Probabilidad de Falla $q=1-p$
0		
20	1.00	0.00
40	1.00	0.00
60	1.00	0.00
80	1.00	0.00
100	1.00	0.00
120	0.97	0.03
140	0.94	0.06
160	0.91	0.09
180	0.88	0.12
200	0.85	0.15
220	0.82	0.18
240	0.79	0.21
260	0.76	0.24
280	0.73	0.27
300	0.70	0.30
320	0.67	0.33
340	0.64	0.36
360	0.61	0.39

Tabla 6.22

Estos supuestos modifican el modelo inicial de la siguiente manera:

- 1) En primera instancia tendremos un costo de mantenimiento adicional, el de los mantenimientos imprevistos este lo calculamos como una cantidad fija que proponemos como 10,000 pesos, ésta se va multiplicando en cada periodo por la probabilidad que corresponde, ésta es la probabilidad de falla (q) que supusimos, dando como resultado el costo esperado de un mantenimiento imprevisto, el costo por este concepto se va incrementado conforme se recorren kilómetros.
- 2) En segundo lugar se introduce un nuevo concepto; dado que existe una probabilidad de falla (q) ésta para los últimos seis periodos de análisis (de 260,000 a 360,000 Km) es multiplicada por el precio promedio del auto en cada periodo, de esta forma se obtiene el valor esperado (esperanza matemática) de pérdida total.

El costo de una pérdida total empieza a operar en el momento que un mantenimiento imprevisto resulta costoso y no se tiene la solvencia económica para absorberlo, en ese caso se opta por no reparar el vehículo y el costo que pagaremos será el no poder vender el auto en el futuro, por lo que el costo que pagamos es el valor de nuestro vehículo en el mercado.

En los supuestos comenzamos a considerar ese valor esperado de pérdida total a partir de los 260,000 Km.

- 3) Por último los supuestos anteriores modifican el costo de depreciación porque la probabilidad de funcionamiento (p) multiplica directamente a éste costo para obtener un valor esperado (esperanza matemática). El

hecho de que un auto continúe funcionando en periodos subsecuentes significa que pagaremos el costo de depreciación.

Dado que la probabilidad de funcionamiento y la probabilidad de falla son complementarias ($q=1-p$) el monto de todos estos “costos esperados”, debe ser la suma de el costo de mantenimiento imprevisto por la probabilidad de falla (q) (de 20,000 a 240,000 Km), el precio del automóvil por la probabilidad de falla (q) (a partir de los 260,000 Km, pérdida total) y el costo de depreciación por la probabilidad de funcionamiento (p) (para cada periodo).

Si añadimos esos costos al análisis inicial obtenemos los siguientes resultados:

Periodo	Rango (Km)	Costos Operación	CAE Operación	Costos Mantto. Menor	CAE Mantto. Menor	Costos Mantto. Mayor	CAE Mantto. Mayor
	0						
1	20	10,608	11,139	3,448	3,620	0	0
2	40	10,608	11,139	3,448	3,620	0	0
3	60	11,042	11,283	3,614	3,676	0	0
4	80	11,216	11,398	3,787	3,745	0	0
5	100	11,389	11,499	3,959	3,820	4,900	931
6	120	11,563	11,594	4,131	3,896	4,900	1,551
7	140	11,737	11,683	4,304	3,973	4,900	1,992
8	160	11,910	11,769	4,476	4,049	4,900	2,322
9	180	12,084	11,853	4,649	4,124	4,900	2,578
10	200	12,258	11,934	4,821	4,199	5,500	2,832
11	220	12,431	12,012	4,993	4,272	5,500	3,040
12	240	12,605	12,089	5,166	4,345	5,500	3,211
13	260	12,778	12,164	5,338	4,416	5,500	3,356
14	280	12,952	12,237	5,511	4,486	5,500	3,480
15	300	13,126	12,309	5,683	4,554	7,500	3,683
16	320	13,299	12,379	5,855	4,622	7,500	3,860
17	340	13,473	12,447	6,028	4,688	7,500	4,016
18	360	13,646	12,514	6,200	4,753	7,500	4,153

Tabla 6.23

Periodo	Rango (Km)	Costo Depreciación	CAE Depreciación	Costo Manttos. Inesperados	Probabilidad de falla	CAE Mantto. Inesperado	CAE TOTAL	Costo Marginal
	0							
1	20	21,951	23,049	0	0.00	0	37,808	
2	40	15,093	19,536	0	0.00	0	34,295	-3,512
3	60	8,829	16,280	0	0.00	0	31,239	-3,056
4	80	6,264	14,029	0	0.00	0	29,172	-2,067
5	100	4,859	12,413	0	0.00	0	28,663	-508
6	120	3,970	11,201	720	0.06	111	28,353	-311
7	140	3,357	10,258	1,440	0.12	283	28,189	-163
8	160	2,908	9,504	2,160	0.18	491	28,135	-54
9	180	2,565	8,886	2,880	0.24	721	28,162	27
10	200	2,294	8,371	3,600	0.30	964	28,300	138
11	220	2,075	7,935	4,320	0.36	1,215	28,475	175
12	240	1,895	7,562	5,040	0.42	1,472	28,678	204
13	260	1,743	7,238	5,760	0.48	1,730	28,904	226
14	280	1,614	6,955	6,480	0.54	1,989	29,147	243
15	300	1,502	6,706	7,200	0.60	2,247	29,500	353
16	320	1,405	6,485	7,920	0.66	2,504	29,850	350
17	340	1,320	6,288	8,640	0.72	2,758	30,196	347
18	360	1,245	6,111	9,360	0.78	3,009	30,539	343

Tabla 6.24

El punto donde los costos totales alcanzan su mínimo cuando el CAE vale 28,135 y se presenta a los 160,000 Km equivalente a 8 años de antigüedad.

Como vemos el introducir los costos de mantenimiento inesperado y probabilidad de falla y funcionamiento que afectan al costo de depreciación y al costo esperado de pérdida total, los resultados si se modifican significativamente.

Recordemos que en nuestro análisis inicial el valor mínimo del CAE se presentó a los 280,000 kilómetros con un valor de 27,158, así que el introducir estas nuevas variables hace que la vida útil (bajo criterio de minimización de costos) se acorte en 120,000 Km. Por último cabe destacar que el costo marginal crece un poco más para los últimos periodos en comparación con los del análisis inicial.

Por supuesto todo lo anterior son meras especulaciones para poder afirmarlo como ya hemos dicho se necesita de un análisis sustentado.

CONCLUSIONES

Este trabajo propone un modelo de decisión para el momento óptimo de desecho de un vehículo, bajo un enfoque de costos.

El modelo proporciona elementos para la toma de decisiones de cualquier individuo, familia, empresa o gobierno que desee conocer el comportamiento de los costos asociados a un vehículo.

A pesar de que en este estudio se analizó un automóvil de uso particular, se debe entender que dicho modelo es apropiado para el análisis de cualquier tipo de vehículo, inclusive aún cuando este genera ingresos monetarios.

De esta manera se puede llevar a cabo la evaluación de costos de utilizar, por ejemplo, un autobús de pasajeros, una ambulancia, una patrulla, un taxi, un tractor, un camión de bomberos o inclusive se puede hacer un análisis colectivo cuando las características de varios vehículos son muy similares como en el caso de las flotillas de ciertas empresas.

Así por ejemplo la Secretaría de Seguridad Pública podría contar con un modelo que le indicara en que momento reemplazar las patrullas y justificar el presupuesto que gasta en este rubro, o bien nosotros como ciudadanos vía la Ley Federal de Transparencia de Acceso a la Información Pública y Gubernamental, podríamos cuestionar el momento de su reemplazo en caso de que éste se este llevando a cabo antes de que las unidades hayan concluido su vida útil y por consiguiente el gasto no esté justificado.

De la misma manera un taxista puede realizar una evaluación de su caso particular ajustando los costos e ingresos al modelo propuesto, de esa forma puede constatar si conducir dicha unidad aún genera beneficios o es conveniente desecharla.

Una institución de salud puede evaluar si es conveniente invertir en nuevas unidades (ambulancias) o si es preferible destinar dichos recursos a la adquisición de otro tipo de bienes o servicios.

Ahora bien el caso que hemos analizado para un individuo o una familia que conduce un automóvil particular, este modelo nos arroja las siguientes conclusiones.

En primera instancia este estudio revela que el costo de la depreciación en los primeros periodos es sumamente alto, esta situación puede orientar a que se adquieran vehículos seminuevos en virtud de que de esta manera se evade el alto costo de la depreciación inicial y se adquieren autos que aún pueden proporcionar beneficios a un costo total menor que un auto nuevo.

Se observa además que el costo de mantenimiento conforme se acumulan kilómetros no se incrementa lo suficiente como para que sea un costo que orille a las personas a desechar su vehículo y los individuos y las familias optan por conservar sus vehículos hasta que son carcachas.

Lo anterior sucede porque como ya hemos visto el costo marginal no es muy alto después de que se alcanza el costo mínimo y por lo tanto las personas deciden prolongar la vida útil de sus vehículos puesto que el costo adicional por encima del mínimo que pagan no es gravoso.

Y es que lo que sucede es que existe una disyuntiva que atiende a tener un coche nuevo con mayor seguridad pero a un alto precio o poseer un vehículo viejo (el cual goza de cierta confianza) a un precio menor.

Dado que conservar un vehículo viejo contra la posibilidad de adquirir uno más reciente es una cuestión de costos y de mera confianza para los individuos y las familias, con este análisis se pueden percatar de cuanto disminuye o aumenta el costo total conforme se utiliza el auto.

De esta manera se puede valorar si están dispuestos a asumir la pérdida total en cualquier momento después de haber rebasado el costo mínimo, aunque por algunos periodos el incremento en el costo total no se mire importante.

Aunque en general las personas que poseen un automóvil no tienen presentes los conceptos de costo marginal y costo total así como sus implicaciones lo cierto es que prefieren asumir un “pequeño” costo adicional al final de cada periodo que solventar la adquisición de un automóvil más reciente.

De cierta manera este trabajo debe sensibilizar a los individuos acerca del riesgo que asumen cada momento que prolongan la vida de un vehículo más allá del costo mínimo, puesto que la pérdida total del valor de su inversión se hará presente tarde o temprano.

Probablemente si el costo de mantenimiento en nuestro país fuera más oneroso las personas no dudarían en reemplazar sus autos en el momento óptimo antes de incurrir en costos excesivos.

Por otro lado seguramente que las empresas y los gobiernos no basan sus decisiones en una cuestión de confianza, sino que en este caso la optimización de costos es primordial.

El incremento en el costo total después de que se rebasa el costo mínimo para este tipo de entidades no tiene lugar porque no se concibe la posibilidad de gastar más allá del costo total mínimo posible, este modelo evidencia el momento en que éste se presenta lo que conlleva al desecho de vehículos en el momento óptimo.

Lo anterior suena razonable ya que pensemos en una empresa que maneja flotillas de vehículos, en primer lugar el aumento en el costo marginal ya no se cuenta de un vehículo sino de varias unidades, además la falla de algún vehículo de la flotilla merma la eficiencia y la productividad.

Recordemos también que por ser el automóvil un bien de inversión, evidentemente este análisis es aplicable a la evaluación de distintos proyectos que involucren bienes de inversión en los cuales se busque la optimización de costos.

ANEXO 1

ANEXO 1 . Base de datos del precio de venta de un vehículo Tsuru, ordenado por kilometraje de manera ascendente, con un total de 363 observaciones.

Base de datos obtenida de las anuncios de ventas de vehículos publicados en el periódico "El Universal" en la sección de "Aviso Oportuno".

No. Observ.	Rango de 0 a 20,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	2005	89,900	33
2	2005	80,000	50
3	2002	50,000	7,000
4	2005	79,800	8,000
5	2005	79,800	8,000
6	2004	75,000	8,000
7	2002	75,000	8,000
8	2004	72,000	11,000
9	2004	72,000	11,000
10	2000	59,900	12,000
11	1995	56,000	12,000
12	2004	74,000	15,000
13	2004	69,000	15,000
14	2004	68,900	15,000
15	2004	65,000	15,000
16	2002	61,500	15,000
17	2004	78,000	17,000
18	2001	56,100	17,000
19	2004	73,000	20,000
20	2002	68,000	20,000
21	2004	64,000	20,000
22	2004	64,000	20,000
23	2004	64,000	20,000

No. Observ.	Rango de 21,000 a 40,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	2002	63,000	22,250
2	2004	70,000	22,500
3	2004	70,000	22,500
4	2004	70,000	22,500
5	2003	70,000	22,500
6	2004	72,900	23,000
7	2003	89,000	23,200
8	2004	69,800	25,000
9	2002	58,000	25,000
10	2002	55,950	25,000
11	2002	55,950	25,000
12	2004	84,000	26,000
13	2001	53,000	26,000
14	2004	68,900	26,700
15	2003	72,000	27,000
16	2004	61,000	27,000
17	2004	66,800	27,300
18	2004	69,500	27,900
19	2004	88,000	28,000
20	2002	71,000	28,000
21	2003	74,500	30,000
22	2003	70,000	30,000
23	2003	65,000	30,000
24	2003	59,500	30,000
25	2003	59,500	30,000
26	2001	55,000	30,000
27	2001	55,000	30,000
28	2003	58,000	31,000
29	2002	63,000	32,000
30	2003	62,000	33,000
31	2003	57,500	34,000
32	1999	58,000	35,000
33	2001	55,500	35,000
34	2004	83,000	35,800
35	2004	66,000	36,000
36	2002	62,900	37,000
37	1999	56,000	37,000
38	2002	70,000	37,700
39	2003	65,800	38,000
40	2003	65,800	38,000
41	2002	65,500	38,000
42	2003	59,800	38,000
43	2003	59,800	38,000
44	2000	49,500	38,000
45	2003	69,500	40,000
46	2004	69,000	40,000
47	2003	60,900	40,000

No. Observ.	Rango de 41,000 a 60,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	2002	65,000	41,000
2	2002	65,500	42,000
3	2003	64,900	42,000
4	2002	64,500	42,000
5	2002	42,000	43,000
6	2002	65,000	44,000
7	2000	55,800	44,000
8	2002	65,000	45,000
9	2002	59,000	45,000
10	2002	57,500	45,000
11	2002	57,500	45,000
12	2003	54,000	45,000
13	2002	48,000	45,000
14	1998	45,700	45,000
15	2002	45,000	45,000
16	2002	65,000	46,000
17	2001	53,000	46,000
18	2002	48,500	46,000
19	2001	70,000	47,000
20	2001	61,000	48,000
21	2001	57,900	48,000
22	2002	55,900	48,000
23	2002	59,000	49,000
24	2001	49,500	49,000
25	2002	64,500	50,000
26	2002	64,500	50,000
27	2001	61,500	50,000
28	2002	60,000	50,000
29	2001	60,000	50,000
30	1998	53,000	51,200
31	2003	75,000	52,000
32	2000	50,000	52,800
33	2002	65,000	53,000
34	2002	52,500	53,000
35	2003	70,000	54,000
36	2002	77,000	56,000
37	2002	56,500	56,000
38	2002	56,500	56,000
39	2000	55,900	56,000
40	2002	52,000	56,000
41	2002	49,000	56,000
42	2000	65,000	57,000
43	2000	50,000	57,000
44	2001	59,900	58,000
45	2002	58,700	58,000
46	2002	73,000	58,500
47	2002	63,500	59,000
48	2001	59,900	59,000
49	2002	59,500	59,700
50	2001	59,000	60,000
51	2002	55,000	60,000
52	1999	52,000	60,000
53	2001	51,000	60,000

No. Observ.	Rango de 61,000 a 80,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	2001	60,000	62,000
2	2002	60,000	63,000
3	2002	57,000	63,000
4	2002	50,000	63,000
5	1999	47,500	63,000
6	2001	68,000	65,000
7	2002	65,000	65,000
8	1999	45,000	65,000
9	1998	39,500	67,000
10	2002	60,000	68,000
11	2000	49,500	68,200
12	2002	57,000	70,000
13	2002	57,000	70,000
14	2001	49,000	70,000
15	2005	49,000	72,000
16	1994	42,500	73,000
17	1994	37,500	73,000
18	1998	55,000	73,800
19	1991	33,800	74,500
20	2002	58,000	75,000
21	2001	55,000	75,000
22	2001	52,500	75,000
23	1999	50,000	75,000
24	1999	48,000	75,000
25	1998	47,000	75,000
26	1995	46,900	75,000
27	2000	45,000	75,000
28	2000	45,000	75,000
29	1998	37,500	75,000
30	2000	32,000	75,000
31	2000	32,000	75,000
32	2000	32,000	75,000
33	1996	55,000	76,000
34	2000	42,000	77,000
35	1998	47,500	78,000
36	1995	35,000	78,000
37	1994	31,000	79,000
38	2002	69,000	80,000
39	1998	65,000	80,000
40	2002	59,000	80,000
41	2001	58,000	80,000
42	2001	58,000	80,000
43	2001	52,000	80,000
44	2002	45,000	80,000
45	1990	36,900	80,000

No. Observ.	Rango de 81,000 a 100,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	2001	47,900	81,000
2	1999	48,500	83,000
3	2001	58,000	84,000
4	1995	39,500	85,000
5	1995	32,500	85,000
6	2000	60,000	86,000
7	1999	44,500	86,000
8	2002	57,000	90,000
9	1999	37,000	90,000
10	1999	36,000	90,000
11	1995	34,000	90,000
12	1990	28,000	90,000
13	2001	43,500	93,000
14	2001	42,900	93,000
15	2000	48,900	95,000
16	2000	48,900	95,000
17	2001	37,000	95,000
18	1995	40,000	97,500
19	1998	48,000	98,000
20	1994	35,000	98,000
21	2001	60,000	99,000
22	1996	50,000	100,000
23	1999	49,000	100,000
24	1998	41,900	100,000
25	1997	40,900	100,000
26	1999	38,000	100,000
27	1994	35,000	100,000
28	1994	35,000	100,000
29	1993	34,500	100,000
30	1994	29,000	100,000
31	1994	29,000	100,000
32	1988	24,800	100,000
33	1993	24,500	100,000
34	1991	23,000	100,000
35	1990	22,000	100,000

No. Observ.	Rango de 101,000 a 120,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1998	43,000	100,350
2	1995	33,000	101,958
3	1994	38,000	102,000
4	1999	43,000	104,000
5	1992	29,500	104,000
6	2001	56,000	105,000
7	1998	50,000	105,000
8	1999	45,000	105,000
9	1998	45,000	105,000
10	1995	43,000	105,000
11	1998	42,000	105,000
12	1999	37,000	105,000
13	1998	35,000	105,000
14	1991	27,500	109,620
15	1999	42,500	110,000
16	1992	32,900	110,000
17	1992	32,900	110,000
18	1991	30,500	110,000
19	1991	25,000	111,000
20	2001	45,000	112,000
21	2001	45,000	112,000
22	1995	45,000	112,000
23	1994	35,000	113,000
24	1994	35,000	113,000
25	1995	41,600	115,000
26	1990	22,000	115,000
27	1990	22,000	117,000
28	1998	49,500	118,000
29	1990	40,000	118,821
30	2001	53,000	119,000
31	2000	58,500	120,000
32	1997	47,500	120,000
33	1998	45,000	120,000
34	1996	45,000	120,000
35	1997	42,800	120,000
36	1997	42,500	120,000
37	2001	40,320	120,000
38	1994	35,000	120,000
39	1997	33,000	120,000
40	1997	33,000	120,000
41	1993	32,000	120,000
42	1994	29,000	120,000
43	1988	28,500	120,000

No. Observ.	Rango de 121,000 a 140,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1994	33,000	123,000
2	1994	32,000	125,000
3	1993	32,000	125,000
4	2000	47,500	126,000
5	1995	33,000	127,000
6	1993	32,000	127,000
7	1994	39,000	128,598
8	1994	38,000	130,000
9	1995	31,000	130,000
10	1994	37,000	135,000
11	1996	26,000	135,000
12	1989	20,000	135,000
13	1992	37,000	136,000
14	2001	34,800	136,000
15	1993	30,000	137,000
16	1997	40,000	138,000
17	1995	45,000	140,000
18	1995	37,800	140,000
19	1992	26,800	140,000
20	1988	17,000	140,000

No. Observ.	Rango de 141,000 a 160,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1992	30,000	142,000
2	1990	28,000	143,931
3	1998	43,000	144,000
4	1994	34,000	148,000
5	1994	35,000	150,000
6	1995	30,000	150,000
7	1993	30,000	150,000
8	1990	21,000	150,000
9	1990	16,000	150,000
10	1989	25,000	152,000
11	1994	42,000	155,000
12	1994	41,900	155,000

No. Observ.	Rango de 161,000 a 180,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1999	34,500	162,000
2	1991	27,900	164,000
3	1994	32,000	165,000
4	1994	30,000	165,000
5	1994	29,000	165,000
6	1992	26,500	165,000
7	1994	25,000	165,000
8	1991	25,000	165,000
9	1993	26,000	169,000
10	1991	26,500	170,000
11	1992	30,000	172,000
12	1995	30,000	175,000
13	1986	23,000	175,000
14	1991	22,000	175,000
15	1991	25,000	178,000
16	1993	34,000	180,000
17	1994	33,000	180,000
18	1991	29,000	180,000
19	1990	28,000	180,000
20	1990	27,500	180,000
21	1993	19,000	180,000
22	1993	18,000	180,000

No. Observ.	Rango de 181,000 a 200,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1994	31,500	190,000
2	1991	24,000	190,000
3	1995	47,000	195,000
4	1992	33,000	195,000
5	1992	29,900	195,000
6	1992	29,500	195,000
7	1992	29,000	195,000
8	1992	28,000	195,000
9	1992	27,000	195,000
10	1992	27,000	195,000
11	1992	27,000	195,000
12	1992	27,000	195,000
13	1992	27,000	195,000
14	1992	25,000	195,000
15	1992	21,000	195,000
16	1994	37,000	200,000
17	1994	37,000	200,000
18	1994	36,000	200,000
19	1994	35,000	200,000
20	1994	26,500	200,000
21	1989	25,000	200,000
22	1990	24,500	200,000
23	1986	19,000	200,000
24	1984	19,000	200,000

No. Observ.	Rango de 201,000 a 220,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1990	23,000	205,000
2	1991	26,500	206,000
3	1991	26,550	208,000
4	1991	25,500	210,000
5	1991	20,000	210,000
6	1990	28,000	215,000
7	1992	26,000	215,000
8	2000	43,000	218,000
9	1993	28,500	220,000
10	1987	13,000	220,000
11	1987	13,000	220,000

No. Observ.	Rango de 221,000 a 240,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1990	30,000	225,000
2	1990	28,500	225,000
3	1990	24,800	225,000
4	1990	23,000	225,000
5	1990	22,000	225,000
6	1984	16,000	230,000
7	1985	12,000	230,000
8	1994	33,500	235,000
9	1989	26,800	240,000
10	1989	26,000	240,000
11	1989	25,500	240,000
12	1989	25,500	240,000
13	1989	23,500	240,000

No. Observ.	Rango de 241,000 a 260,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1990	30,700	250,000
2	1992	28,000	250,000
3	1990	25,500	253,000
4	1988	19,000	255,000
5	1988	18,000	255,000

No. Observ.	Rango de 261,000 a 280,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1987	20,000	270,000
2	1984	15,500	280,000
3	1984	14,000	280,000

No. Observ.	Rango de 281,000 a 300,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1986	18,500	285,000
2	1996	28,000	300,000
3	1996	27,000	300,000

No. Observ.	Rango > de 300,000 Km		
	AÑO	PRECIO (Pesos)	KM
1	1984	13,000	315,000
2	1994	12,000	330,000
3	1998	10,500	334,500
4	1989	9,500	356,256

BIBLIOGRAFÍA

FUENTES IMPRESAS

Título: Tratado de Teoría Económica

Autor: Francisco Zamora

Fondo de Cultura Económica,
México, Undécima edición 1972

Título: On the Theory of Optimal Investment Decision

Autor: Jack Hirshleifer

Journal of Political Economy, 1958

Título: La tasa de descuento revisitada (Documento de Trabajo)

Autor: Felipe Zurita

Documento de trabajo No. 261, deL Instituto de Economía de la Pontificia
Universidad Católica de Chile, Marzo de 2004

Título: Tasa de Preferencia Intertemporal, equilibrio y estabilidad en los
modelos de crecimiento (Artículo).

Autor: Jorge Iván González y Arcenio Pecha

Universidad Nacional, Facultad de Economía y Facultad de Matemáticas

Metodología de Cuentas de Bienes y Servicios del Sistema de Cuentas
Nacionales de México.

Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y
beneficio de los programas y proyectos de inversión de la SSE.

Manual de servicio Serie B12 de la Distribuidora Nissan

FUENTES ELECTRÓNICAS

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

www.inegi.gob.mx

Comisión Nacional para la Defensa de los Usuarios de los Servicios
Financieros

www.condusef.gob.mx

Asociación Mexicana de la Industria Automotriz

www.amia.com.mx

Estadísticas de transporte de América del Norte

<http://nats.inegi.gob.mx/lib/series>

Periódico el "Universal"
www.el-universal.com

Distribuidora Nissan México
www.nissan.com.mx

Anuncios Clasificados de México
www.anumex.com

Yale University, Statistics Department
www.stat.yale.edu/courses

Evaluación de Alternativas de Inversión
www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos

Preguntas frecuentes de inversión
www.serplacsantiago.cl/faq/inversion.php

Métodos de evaluación financiera en evaluación de proyectos
www.monografias.com

Portal para estudiantes de economía y negocios
www.geocities.com

Preguntas Frecuentes de Finanzas
www.mundobvg.com/diccionario

Análisis de reemplazo de activos físicos
www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/caue

Relaciones entre el costo marginal y los costos promedio
<http://coqui.lce.org/juanck/elasticidad/costo.htm>

Conceptos de costos de producción
<http://server2.southlink.com.ar/vap>

Estadística descriptiva
www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias

Análisis de Varianza
www.medal.org.ar/atadhelp

Funciones matriciales, obtención de histogramas con Excel
www.superalumnos.net

Diccionario Virtual de Economía
www.eumed.net