



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

PLANEACION OPERATIVA Y FINANCIERA
DEL SERVICIO DE UN HELICOPTERO-



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
A C T U A R I O
P R E S E N T A N:

ELIA GUADALUPE CISNEROS BETANCOURT
MARIA GUADALUPE LOPEZ MORENO



Acatlán, Edo. de Méx.

Marzo, 1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE

- INTRODUCCION.....	1
I. DESCRIPCION DE RECURSOS Y ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL MODELO A RESOLVER.	
1.1 Descripción del vehiculo y equipo con el que cuenta	2
1.2 Definición de costos fijos y variables.....	9
II. EVALUACION DE LOS COSTOS DE OPERACION SEGUN RADIO DE ACTIVIDAD Y SINIESTRALIDAD.	
2.1 Estadísticas y análisis de siniestralidad	20
en las carreteras:	
México - Pachuca	
México - Cuernavaca	
México - Toluca	
México - Querétaro	
México - Puebla	
2.2 Determinación del promedio de siniestralidad según radio de operación en un periodo de un año y para cada mes.....	82
2.3 Evaluación de los costos de operación en cada una de las carreteras.....	75

III. PLANTEAMIENTO DEL MODELO FINANCIERO-ACTUARIAL SI EL SERVICIO DEL HELICOPTERO-AMBULANCIA SE OFRECE EN FORMA CONJUNTA.

3.1 Asociado con un hospital.....	82
3.2 Asociado con una aseguradora.....	89
3.3 Asociado con el servicio de unidad médica móvil (terrestre).....	98

IV. PLANTEAMIENTO DEL MODELO FINANCIERO-ACTUARIAL SI EL SERVICIO SE OFRECE DE MANERA INDEPENDIENTE Y EN FORMA DIRECTA A PARTICULARES.

4.1 Elementos técnicos que se utilizarán en el planteamiento del modelo.....	105
4.2 Planteamiento del modelo.....	108
4.3 Desarrollo y aplicación del modelo.....	112
- CONCLUSIONES.....	125
- ANEXOS	
- BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION

Como es sabido, la Ciudad de Mexico concentra gran parte de la actividad económica del país, lo que ha provocado un crecimiento alarmante de la mancha urbana, la infraestructura existente ya es inoperante para la gran ciudad.

Resultan insuficientes las vías de comunicación que en un tiempo fueron redes de importante tránsito vehicular con flujo holgado. El trasladarse a los centros de trabajo implica recorrer distancias considerables y hacer un uso cotidiano de las vías rápidas que confluyen al D.F. Esto ha incrementado de manera considerable el tránsito en las principales carreteras que comunican a esta ciudad, aumentando también el número de accidentes en ellas. Esta misma situación hace que los primeros auxilios requeridos por las personas lesionadas en esos siniestros no sean tan rápidos como se requieren, pues no es raro que las ambulancias se queden varadas en el tráfico, aún cuando la población civil esté conciente de la prioridad que tienen estos vehículos en la circulación. Creemos que un helicóptero-ambulancia puede auxiliar en este tipo de situaciones, ofreciendo efectuar el traslado de lesionados en carretera por vía aérea. El servicio tiene la ventaja de, además de ser más rápido que el terrestre (120 kms/h), no estar sujeto a los problemas de tránsito de la ciudad.

Por otra parte, como se trata de un vehículo adaptado para ambulancia, cuenta con el equipo necesario para prestar los primeros auxilios a las personas accidentadas.

El objetivo de este trabajo es diseñar opciones para que el número de beneficiados con este servicio aumente y no se vea limitado a un determinado estrato social.

Por ello, en el primer capítulo se hace una breve descripción técnica del helicóptero y del equipo con el que cuenta.

Para justificar el uso del helicóptero y de cierta manera valorar si es viable el proyecto, en el segundo capítulo se muestran estadísticas de accidentes globales anuales y se ejemplifica el desglose para el año de 1989.

Se muestra el aforo vehicular anual de 1987, 1988, 1989 y la estimación para 1990. Ejemplificándose también con el caso de 1989 para el tipo de vehículos que circulan por las carreteras.

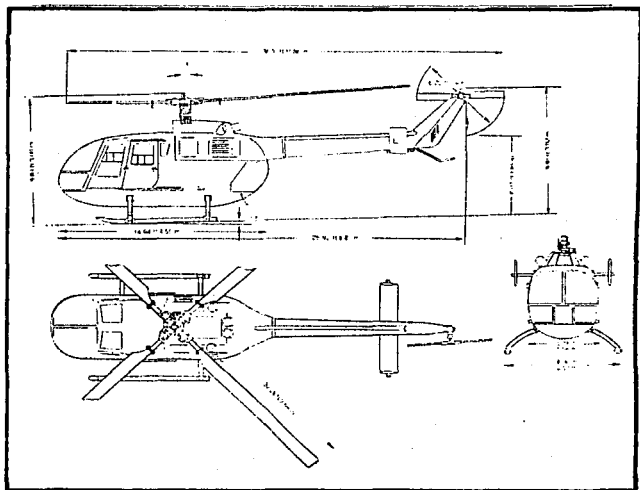
Las alternativas que nosotros proponemos en el capítulo tres son: que la institución administradora del helicóptero-ambulancia se asocie con un hospital, con una aseguradora, o con la unidad médica móvil terrestre. Por último en el cuartocapítulo, se maneja la opción de que labore de manera independiente. Las tres primeras no dependen de los estudios que nosotros realicemos, ya que se deben ajustar a la política de cada institución, por eso

decidimos únicamente establecer las condiciones y las limitaciones básicas para la asociación.

Con respecto al último caso que consideramos es el más importante y donde se aplican directamente los análisis de las estadísticas de accidentes y aforo vehicular, se desarrolla un modelo de aplicación.

Esperamos que el presente trabajo cumpla con el objetivo planteado de llegar a un modelo que además de permitir un funcionamiento óptimo del helicóptero, cumpla con una labor social, que es una de las labores propias de un actuario haciendo el servicio accesible a gran parte de la población. Cabe aclarar que sólo se contempla el área técnica financiera por lo que el trabajo se complementaría con la experiencia que la compañía administradora del vehículo tiene en el ramo de transportes aéreos.

DIMENSIONES DEL HELICOPTERO HBB HO 105 LS A-3



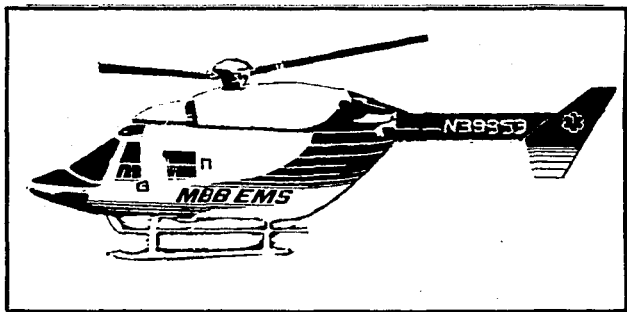
C A P I T U L O I

I. DESCRIPCIÓN DE RECURSOS Y ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL MODELO A RESOLVER.

El creciente aforo vehicular en las carreteras que confluyen a la Cd. de México ha motivado que se presenten numerosos accidentes en ellas, el saldo consecuencial de lesionados implica su traslado a centros de atención médica. De acuerdo a la información y experiencia en este tipo de siniestros se ha establecido la hipótesis de que entre más rápida sea la atención que recibe el accidentado, aumentará la probabilidad de sobrevivencia y el tiempo de recuperación disminuirá notablemente.

Los problemas de tránsito que enfrenta la ciudad, hacen más tardíos los primeros auxilios que se proporcionan a los lesionados, una alternativa viable en estos casos sería el traslado de personal médico y accidentados por vía aérea. El vehículo idóneo para este servicio es un helicóptero, dadas las condiciones de un aterrizaje o despegue en carreteras. El traslado de lesionados requiere de ciertos cuidados para lo cual el vehículo debe estar acondicionado con equipo especial que permita ofrecer la primera atención al accidentado, aún cuando la lesión sea grave.

HELICOPTERO MBB B8 105 LS A-3



1.1 DESCRIPCION DEL VEHICULO Y EL EQUIPO CON EL QUE SE CUENTA.

Existen en el mercado distintas opciones para elegir un helicóptero-ambulancia que solucionará el problema de atención y traslado de accidentados. Estas opciones difieren tanto en precio como en características técnicas. Para hacer un planteamiento real del problema es necesario elegir un modelo específico, de esta manera se determinarán algunas variables, como el número permitido de horas-mes voladas que varía de aeronave a aeronave, según las especificaciones técnicas indicadas en su propio manual de vuelo. Cabe aclarar que el permiso que otorga la Dirección General de Aeronáutica Civil va en función directa de este manual que de manera conjunta con el Reglamento de Operación de Aeronaves Civiles delimita, entre otras cosas, el número de horas voladas por la tripulación y siendo ésta una limitante en la prestación del servicio, es necesario determinar desde un principio con qué vehículo se va a trabajar.

El helicóptero que escogimos es un TWIN JET II-BD 105 acondicionado con un equipo médico llamado "Bucher" de terapia intensiva, con el que se pueden proporcionar desde los primeros auxilios, hasta una atención médica especializada.

Por la delicadeza del servicio a que está destinado el vehículo, se requiere de mayor seguridad en el funcionamiento técnico y mecánico de éste. La compañía fabricante del helicóptero -Messerschmitt, Boelkow y Blohm (MBB) ampliamente reconocida en la aviación alemana- diseñó este vehículo con el apoyo financiero del gobierno alemán, resultando un helicóptero económico, de bajo mantenimiento y de alta confiabilidad para su uso civil, siendo el primero de tipo ligero con dos motores. Otra innovación fue el uso del sistema de rotor libre de articulaciones, lo que permite una buena maniobrabilidad y control.

La MBB, para apoyar la mercadotecnia y servicio de los helicópteros que fabrica, cuenta con subsidiarias en los Estados Unidos de América y en América Latina, lo que permite que la operación de la aeronave pueda ser rentable, eficiente y accesible.

El BO-105 ofrece biturbinas gemelas y sistemas redundantes para mayor seguridad con una relación de potencia/peso superior que proporcionan un excelente rendimiento durante el vuelo estacionario dentro y fuera del efecto del suelo, conservando un amplio margen de potencia para efectuar los trabajos más difíciles. El sistema de rotor libre de articulaciones provee de una maniobrabilidad excelente a la vez que las dimensiones compactas del exterior ofrece la posibilidad de operar en lugares estrechos. La altura del rotor de cola y del rotor

principal dan seguridad adicional para el personal y las operaciones de tierra. También están equipados con patines para aterrizaje en terrenos difíciles. Para facilitar el acceso directo a la aeronave, tiene puertas a los costados que facilitan el acceso de pasajeros y tripulantes. Además tiene la velocidad para ahorrar tiempo y el alcance para incrementar el área de operación. Estas características permiten que sus misiones resulten eficientes en relación al costo.

Resumiendo, tenemos que las principales características que distinguen al helicóptero son:

- Excelente rendimiento, especialmente en condiciones ambientales de elevada temperatura y gran altitud.

- Notables características de vuelo, buena maniobrabilidad y control.

- Sistema de rotor "BO/KOW" sin articulación, que reduce el número de piezas en un 70% comparado con los sistemas convencionales, reduciendo así los requisitos de mantenimiento.

- Alto grado de fiabilidad por su diseño contra fallas y la redundancia de los sistemas, como el concepto de doble motor, doble sistema hidráulico de refuerzo, sistema redundante de lubricación para transmisión principal, doble sistema de combustible y palas de rotor de materia compuesto

reforzados con fibras de vidrio, las cuales son más seguras y durables.

- Las dimensiones totales del vehículo son: Largo 11.8 mts. y ancho: 9.8 mts. (ver diagramas)

- Está dotado de equipo de navegación y vuelo por instrumentos, equipo de salvación, grúa de rescate, sistema de intercomunicación entre médico, paramédico y tripulación, así como iluminación especial en cabina.

- El equipo médico acondicionado en el vehículo se compone de:

EQUIPO MEDICO PANEL

- a) Salida de corriente de 28 voltios,.
- b) Soporte giratorio para el resucitador,
- c) Dos salidas de oxígeno,
- d) Un aspirador y
- e) Gabinete de almacenaje.

PISO

a) Las dos partes del piso panel (lavable) está construido para sujetar los asientos laterales, botellas de oxígeno y camillas tipo bucher.

ASIENTOS

- a) Asientos laterales con cinturones de seguridad y
- b) Asiento invertido del copiloto con cabecera.

PROVISIONES PARA OXIGENO

- a) Soporte para botella de aluminio y
- b) Dos reguladores de 50 PSI con una salida en el panel.

UNA BOMBA DE SUCCION Y SU TUBERIA EN LA PARED

UNA SIRENA CON BOCINAS

UN SISTEMA DOPPLER 801-B

SISTEMA ELECTRICO

A) Un convertidor de corriente alterna 1000 wts;60 hz;110 v.

b) Convertidor de 28 v. a 12 v.

LUZ DE ALTA INTENSIDAD

CUATRO GANCHOS

CORTINA DE AISLAMIENTO DEL PILOTO Y

LUZ DE ATERRIJAJE DE 400,000 CANDELAS

Las limitaciones establecidas por el manual de vuelo de este helicóptero y que de alguna manera intervienen en nuestro modelo son:

- El vehículo no debe volar más de 60 horas al mes.
- Si está equipado con cabina médica no habrá más de tres asientos instalados (el del piloto y dos asistentes).
- El helicóptero recorre el equivalente a 120 kms. por hora.
- El tanque de combustible tiene una capacidad de 570 lts.

Para que el helicóptero brinde el servicio requerido es necesario contar con personal capacitado en el manejo del vehículo y del equipo médico, por lo tanto la tripulación y la atención médica a bordo se compone de :

- Piloto (1)
- Médico (1) y
- Paramédico (1)

Nota: Se excluye el copiloto porque según el Reglamento de Operación de Aeronaves Civiles, en su artículo 145, dada la capacidad del helicóptero no se requiere.

En tierra habrá personal destinado al mantenimiento continuo y permanente del vehículo, para permitir de esta manera su máxima disponibilidad.

Las características tan particulares de las misiones que se realizan con la nave, hacen necesaria la capacitación de todo el personal vinculado con él, y así tenemos que para la tripulación debe de haber adiestramiento en vuelo por instrumentos y misiones de rescate, para el personal de mantenimiento, capacitación tanto en el servicio general del helicóptero como para el equipo especial.

El personal médico y el paramédico deberá tener un adiestramiento y familiarización con el equipo instalado, práctica en el uso de los sistemas de primeros auxilios en pleno vuelo, inclusive en mal tiempo y de noche, además de que el paramédico conocerá el sistema de instrumentos médicos, rescate en agua y tierra y manejo de la grúa. Es conveniente que el médico y el paramédico tengan disposición para trabajar en pleno vuelo.

Como se pretende ofrecer el servicio de traslado de accidentados las 24 hs. del día durante los 365 días del año y atendiendo las restricciones que establece el Reglamento de Operaciones de Aeronaves Civiles, en el artículo 139 donde se establece que el máximo de horas voladas por la tripulación durante el mes no debe exceder de 100 hs. ni más de 1000 al año, ni más de 30 hs. durante 7 días

consecutivos. Bajo estas condiciones, el personal requerido es de:

Dos pilotos

Dos médicos y

Dos paramédicos.

1.2 DEFINICION DE LOS COSTOS FIJOS Y VARIABLES.

Para poder definir y cuantificar los costos de operación, es necesario tener conocimiento de las obligaciones en que se incurre al administrar y mantener el vehículo.

Se define como gastos fijos aquellos en los que se incurrirá independientemente de la frecuencia de operación del vehículo, mientras que los costos variables están en función directa de las horas de vuelo realizadas.

La aplicación de los costos de operación a los modelos financieros se basará en las horas-vuelo, para posteriormente incorporarlos a una anualidad, por lo que es conveniente determinar los gastos en esa misma unidad. La unidad monetaria que se usará será el dólar porque de esta

manera se asegura la vigencia en lo referente a costos en los estudios que se presentan.

Teniendo en cuenta las consideraciones establecidas en el Reglamento de Operaciones de Aeronáutica Civil y el manual de vuelo, es necesario trabajar con dos turnos de 24 hs. de trabajo por 24 hs. de descanso tanto para la tripulación como para el personal médico. Los salarios de este personal en el mercado son muy variables, por lo que se optó por considerar los siguientes sueldos mensuales, que corresponden a la media de estos:

Un piloto 1,800 dls. mensual

Un médico 1,800 dls. mensual

Un paramédico 1,500 dls. mensual

COSTO POR TURNO 5,100 dls. mensuales

Como son dos turnos que van a operar el costo total por este concepto es de: 10,200 dls.

En cuanto al mantenimiento de línea es necesario para hacer compras de variados precios y de manera periódica, por lo que se fija una cuota que cubra estos gastos en base a un costo promedio mensual. Para este proyecto la cantidad asignada, en base a la experiencia de una compañía dedicada al ramo (Transportes Aéreos Pegaso), fue de 2,000 dls. mensuales y además se creará un fondo para imprevistos por

1,250 dls.. Los gastos administrativos que incluyen papelería y contador ascienden a 1,750 dls..

También se involucran otros gastos como son seguros de casco, renta del hangar y pago del capital del helicóptero.

Los gastos fijos quedan configurados de la siguiente manera:

COSTOS FIJOS (MENSUALES)	
ADMINISTRACION	1,750 dls.
TRIPULACION Y ATENCION MEDICA	10,200 dls.
MANTENIMIENTO DE LINEA	2,000 dls.
SEGURO DE CASCO	5,000 dls.
PAGO DE CAPITAL	22,200 dls.
RENTA DE HANGAR	800 dls.
IMPREVISTOS	1,250 dls.
TOTAL	43,200 dls.

Se espera que el vehiculo trabaje a su capacidad máxima permitida (60 hs. al mes), por lo que los gastos fijos por hora serán:

$$43,200 \text{ dls.} / 60 \text{ hs.} = 720 \text{ dls./h}$$

Como ya se mencionó, los gastos variables dependerán de las horas de vuelo utilizadas y afecta principalmente a dos rubros: mantenimiento programado y combustibles y aceites, de los que según información proporcionada por la compañía aérea ya mencionada se tiene calculado el desgaste por hora y se desglosa de la siguiente manera:

COSTOS VARIABLES
(POR HORA)

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

MOTORES	113.40 dls.
PLANEADOR	68.09 dls.
COMPONENTES AERODINAMICOS	113.51 dls.
INSTRUMENTOS DE VUELO	30.14 dls.
SUBTOTAL	325.14 dls.

COMBUSTIBLES Y ACEITES

TURBOCINA	67.60 dls.
ACEITES	2.71 dls.
SUBTOTAL	70.31 dls.
TOTAL	395.45 dls.

El costo de operación por hora está dado por la suma de gastos fijos y variables, es decir:

$$720 + 395.45 = 1,115.45 \text{ dls/h}$$

Esta cantidad convertida a moneda nacional, estimando una paridad con el dólar de \$3,300.00, da un total de \$3,680,985.00 por hora, como se podrá observar, no es elevado considerando el beneficio obtenido, pero si se reduce considerablemente el número de personas que pueden beneficiarse con el servicio, dado que el nivel de ingresos de la mayor parte de la población no permite hacer esa erogación en una sola exhibición. Es objetivo de esta tesis presentar alternativas que hagan accesible este servicio.

C A P I T U L O I I

II. EVALUACION DE LOS COSTOS DE OPERACION SEGUN RADIO
DE ACTIVIDAD Y SINIESTRALIDAD.

Para poder establecer un buen servicio del helicóptero-ambulancia como apoyo para el traslado de heridos a los centros de atención, es necesario, hacer un análisis confiable de la siniestralidad en las principales carreteras que confluyen a la Ciudad de México. Para este caso hablaremos de las autopistas a Pachuca, Cuernavaca, Toluca, Querétaro y Puebla, las cuales cuentan en la mayoría de su extensión con los requisitos básicos para el aterrizaje del helicóptero (9 mts. de diámetro sin obstáculos).

Las fuentes de información que proporcionaron los datos para elaborar las estadísticas y que se presentan a lo largo de este capítulo son: la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; la Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Conseciones (Coyoacán, D.F); Caminos y Puentes Federales de Ingreso y Servicios Conexos (Cuernavaca, Morelos) y La Policía Federal de Caminos y Puertos Central (en Calzada de las Bombas) y los Destacamentos: Alfa, Beta, Gamma, Cuautitlán y Chalco ubicados en cada una de sus bases.

- Para el aforo vehicular se recurrió a Caminos y Puentes Federales de Ingreso en la ciudad de Cuernavaca, donde se contabiliza la circulación de vehículos de manera electrónica las 24hs. del día y durante todo el año a través de las casetas de cobro. Tanto en esta dependencia como en la Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones, solicitamos la autorización correspondiente para que se nos proporcionaran los datos de los años 1987, 1988 y 1989, así como las bases técnicas para la proyección al año de 1990. En esta dependencia, el manejo de datos es estricto debido a que personas particulares ya intervienen en el mantenimiento de las autopistas. Se utilizó la contabilidad de la primera caseta de cobro en cada carretera (excepto Toluca, que su ubicación fue estimada) por lo que la información es confiable para un radio de 100 km.

- En el caso de los accidentes, la fuente primaria de datos relacionados con carreteras es la Policía Federal de Caminos y Puertos (PFCyP), en donde se levantan actas que especifican la información relacionada con el siniestro (Lugar del accidente, No. de vehículos involucrados, tipo de vehículos, No. de lesionados, No. de muertos, causas probables, etc.).

La PFCyP es la encargada de solicitar la atención médica correspondiente, destinándose a los lesionados a diferentes centros de atención como la Cruz Roja, el IMSS, el ISSSTE y hospitales particulares, por lo que se atribuyen

los datos más confiables sobre accidentes a la Policía de Caminos y no a la Cruz Roja. También se obtuvieron los reportes mensuales desglosados para los años de 1987, 1988, 1989 y 1990, mismos que se envían a la S.C.T.. Los datos más actuales publicados son del año de 1987. De esta información se obtuvieron las causas principales de accidentes en todo el país durante 1985, 1986 y 1987. En la PFCyP se nos proporcionaron los de 1989.

Antes de entrar al estudio de cada carretera, es conveniente aclarar que el aforo vehicular correspondiente a 1990, según las proyecciones realizadas en la Dirección General de Servicios Técnicos y Concesiones, se incrementa con respecto a 1989 de la siguiente manera:

CARRETERA	INCREMENTO
México-Pachuca	3%
México-Cuernavaca	4%
México-Toluca	5%
México-Querétaro	3%
México-Puebla	3%

NOTA. Estos incrementos se encuentran ya contemplados en la columna correspondiente al año de 1990.

La nomenclatura que utiliza la PFCyP en el manejo de su información, corresponde al nombre del destacamento que vigila las autopistas así tenemos que:

CARRETERA	DESTACAMENTO	BASE
Pachuca	Alfa	1a. Caseta de cobro
Cuernavaca	Beta	Calzada de las Bombas
Toluca	Gamma	Observatorio (TAPD)
Querétaro	Cuautitlán	Tepozotlán
Puebla	Chalco	1a. Caseta de cobro

La ubicación de la primera caseta de cobro en cada autopista es:

CARRETERA	UBICACION
Pachuca	Indios Verdes-San Cristóbal E.M.
Cuernavaca	Topilejo, D.F.
Toluca	La Marquesa, E.M.
Querétaro	Tepozotlán, E.M.
Puebla	San Marcos, E.M.

Además de la autopista principal, los destacamentos vigilan la pequeña red de carreteras paralelas. Debido a la poca circulación de esas carreteras, no se registra ningún tipo de información que permita estimarla, por lo tanto se considerará que los datos de accidentes en ellas son despreciables para el objetivo de este trabajo.

Los cuadros que se presentan al final de la explicación de cada carretera, concentran la información proporcionada por las instituciones a las que se recurrió.

Para los datos referentes a accidentes, lesionados y muertos, se depuraron los reportes que la PFCyP procesa para cada mes (se contó con los 48 reportes mensuales) de las actas levantadas en cada accidente a lo largo de todas las

carreteras del país, obteniéndose las medias por renglón, columna y global (para los 48 datos). El aforo vehicular se trabajó de la misma manera, aunque los reportes de la SCT eran algo más sencillos de analizar.

Para efecto de nuestro estudio, no es necesario analizar las causas de los accidentes, sin embargo, el contar con los ejemplares de la SCT donde se desglosan las causas probables de accidentes, y de los que estimamos los datos que hacían falta, nos permitió elaborar el cuadro resumen que se presenta en el Anexo A.

Los reportes de la PFCyP, contenían también las causas probables de accidentes; por ser el más completo al que se nos dió acceso, se retomaron los datos de 1989 y se elaboraron también algunos concentrados que permiten ver más detalladamente el comportamiento de las causas. Del aforo vehicular presentamos también para 1989, el desglosado por tipo de vehículos que circulan las carreteras (Anexo B).

2.1 ESTADISTICAS Y ANALISIS DE SINIESTRALIDAD EN LAS CARRETERAS.

MEXICO-PACHUCA.

La Ciudad de Pachuca se encuentra a 94 km. al noroeste del Distrito Federal, por lo que esta ciudad queda comprendida dentro del radio de acción del helicóptero. La autopista México-Pachuca es, de las cinco que incluye nuestro estudio, la tercera más circulada con una media anual de 8,971,662 vehículos; ocupa también el tercer lugar en accidentes con una media de 729 siniestros anuales.

La circulación mensual no varía considerablemente de mes a mes (ver anexo D) debido a que no conduce a centros vacacionales; en tales periodos el incremento en la circulación no es significativo. Para simplificar las explicaciones, es conveniente analizar los cuadros siguientes que concentran la información necesaria para realizar el estudio de siniestralidad.

	TOTAL 4 AÑOS	MEDIA ANUAL	MEDIA MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	35,886,650	8,971,662	747,638	24,580
ACCIDENTES	2,914	728.50	60.71	2.00
LESIONADOS	1,590	397.50	33.13	1.10
MUERTOS	335	53.50	6.98	0.23

	MES MAYOR	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	MES MENOR	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	Ago	802,932	25,901	Oct	658,098	21,229
ACCIDENTES	Feb	72.75	2.60	Abr	50.25	1.68

Se aclarará ahora la manera en que se llegó a cada uno de los valores de la tabla: el total de los 4 años, es la suma de todos los datos (48 meses); la media anual es el promedio del total anual de los 4 años dividido entre 4, la media mensual es la media de los 48 meses de los cuadros; el promedio diario resulta de dividir la media anual de vehículos o accidentes entre 365 días; el mes mayor, es el

de mayor circulación y más siniestralidad respectivamente; Los promedios mensual y diario corresponden a dichos meses.

La manera en que se elaboró este cuadro-resumen, es la misma para las 5 carreteras.

La frecuencia de accidentes para la carretera México-Pachuca, es:

$$F(a) = 2914/35886650 = .000081 = 0.0081\%$$

Lo que indica que de cada 100,000 vehículos, se accidentan 8. De estos accidentes, la frecuencia de que haya lesionados y muertos es:

$$F(l) = 1590/2914 = .545642 = 54.56\%$$

$$F(m) = 335/2914 = .114962 = 11.50\%$$

Es decir que por lo menos en la mitad de los accidentes hay lesionados y en más del 10% muertos.

AFORO VEHICULAR

PACHUCA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	675935	703137	818726	843288	3041086	760272
FEB	633236	647877	721084	742716	2744913	686228
MAR	779593	751673	764504	787439	3083209	770802
ABR	725747	678064	807756	831989	3043556	760889
MAY	767776	768090	757775	780508	3074149	768537
JUN	744362	711153	709175	730450	2895140	723785
JUL	799882	729389	778887	802254	3110412	777603
AGO	823387	829845	767733	790765	3211730	802933
SEP	777263	774029	745165	767520	3063977	765994
OCT	404311	811259	697943	718881	2632394	658099
NOV	774864	831521	646439	665832	2918656	729664
DIC	808533	865213	686543	707139	3067428	766857
TOTAL	8714889	9101250	8901730	9168781	35886650	8971663
MEDIA	726241	758438	741811	764065	2990554	
MEDIA GLOBAL	747638.5					

ACCIDENTES

PACHUCA

MESES	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	112	38	58	51	259	64.75
FEB	98	73	59	61	291	72.75
MAR	82	63	54	62	261	65.25
ABR	38	50	65	48	201	50.25
MAY	38	65	51	48	202	50.50
JUN	57	56	54	66	233	58.25
JUL	58	55	55	47	215	53.75
AGO	48	58	57	65	228	57.00
SEP	59	60	64	66	249	62.25
OCT	60	64	58	74	256	64.00
NOV	66	60	63	72	261	65.25
DIC	71	58	62	67	258	64.50
TOTAL	787	700	700	727	2914	728.50
MEDIA	65.58	58.33	58.33	60.58	242.83	
MEDIA GLOBAL	60.71					

h.e

LESIONADOS

PACHUCA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	33	14	27	29	103	25.75
FEB	35	57	37	35	164	41.00
MAR	47	29	20	29	125	31.25
ABR	21	24	31	49	125	31.25
MAY	14	48	38	16	116	29.00
JUN	42	20	29	24	115	28.75
JUL	36	16	42	13	107	26.75
AGO	26	46	95	30	197	49.25
SEP	32	30	19	30	111	27.75
OCT	40	44	15	49	148	37.00
NOV	41	14	50	59	164	41.00
DIC	18	33	36	28	115	28.75
TOTAL	385	375	439	391	1590	397.50
MEDIA	32.08	31.25	36.58	32.58	132.50	
MEDIA GLOBAL	33.13					

MUERTOS

PACHUCA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	9	3	3	10	25	6.25
FEB	7	7	9	4	27	6.75
MAR	8	4	5	2	19	4.75
ABR	12	4	11	4	31	7.75
MAY	1	8	7	8	24	6.00
JUN	6	8	5	12	31	7.75
JUL	9	4	9	4	26	6.50
AGO	10	4	6	5	25	6.25
SEP	12	8	8	7	35	8.75
OCT	10	9	5	7	31	7.75
NOV	8	5	8	9	30	7.50
DIC	5	9	2	15	31	7.75
TOTAL	97	73	78	87	335	83.75
MEDIA	8.08	6.08	6.50	7.25	27.92	
MEDIA GLOBAL	6.98					

MEXICO-CUERNAVACA.

La ciudad de Cuernavaca, capital del estado de Morelos, es uno de los centros vacacionales más cercanos a la Cd. de México localizada a 86 km. de ella; por sus características climatológicas y ambientales es una ciudad muy visitada todo el año, sobre todo en verano e invierno. Sin embargo, en este estudio ocupa el cuarto lugar en circulación con una media anual de 7,667,881. Debido al buen estado en que se mantiene la carretera y a las excelentes medidas de seguridad que se extienden a todo lo largo de ella, es la de menos accidentes anuales con una media de 545. Al observar los cuadros correspondientes a la carretera México-Cuernavaca, se puede apreciar el notable incremento vehicular en los meses de Marzo, Agosto y Diciembre. Es importante ver el siguiente cuadro resumen para poder entender el comportamiento de las diferentes variables que integran el estudio.

	TOTAL 4 AÑOS	MEDIA ANUAL	MEDIA MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	30,711,526	7,667,881	638,824	21,035
ACCIDENTES	2,180	545.00	45.42	1.49
LESIONADOS	1,167	291.75	24.31	0.81
MUERTOS	171	42.75	3.56	0.12

	MES MAYOR	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	MES MENOR	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	Ago	709,162	22,876	Sep	567,375	18,913
ACCIDENTES	Jul	55.25	1.73	Nov	37.75	1.26

El concentrado de los datos nos permite observar que ésta es la carretera con menor grado de siniestralidad, y la frecuencia de accidentes nos permite corroborarlo:

$$F(a) = 2180/30711526 = .000071 = 0.0071\%$$

De 100,000 vehículos, 7 se accidentan. Es muy importante hacer notar que a pesar de la baja siniestralidad, la frecuencia de lesionados es alta (ocupa el 2o. lugar)

$$F(l) = 1167/2180 = .535321 = 53.53\%$$

Aunque en defunciones es la menor:

$$F(m) = 117/2180 = .053670 = 5.37\%$$

Lo que representa que en los accidentes ocurre un número considerable de muertes, podrían entonces tener influencia las causas que provocan los accidentes. (Ver anexo B)

AFORO VEHICULAR

CUERNAVACA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	569228	596960	665080	691683	2522951	630738
FEB	537334	595933	566805	589477	2289549	572387
MAR	590168	713431	748328	778261	2830188	707547
ABR	707811	680092	621661	646527	2656091	664023
MAY	675332	631575	647822	673735	2628464	657116
JUN	570091	558397	569076	592565	2290129	572532
JUL	692777	681160	649774	675765	2699476	674869
AGO	741783	703068	682254	709544	2836649	709162
SEP	593259	582610	536094	557538	2269501	567375
OCT	641340	601593	598303	622235	2463471	615868
NOV	663315	603246	616331	640984	2523876	630969
DIC	700505	671247	651681	677748	2701181	675295
TOTAL	7682943	7619312	7553209	7856062	30711526	7677882
MEDIA	640245	634943	629434	654672	2559294	
MEDIA GLOBAL	639823.5					

ACCIDENTES

CUERNAVACA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	51	40	21	40	152	38.00
FEB	69	41	32	60	202	50.50
MAR	40	41	56	72	209	52.25
ABR	40	37	45	54	176	44.00
MAY	38	28	46	56	168	42.00
JUN	27	40	50	55	172	43.00
JUL	27	35	55	104	221	55.25
AGO	40	31	46	68	185	46.25
SEP	35	23	52	74	184	46.00
OCT	44	37	38	66	185	46.25
NOV	48	28	40	35	151	37.75
DIC	35	36	46	58	175	43.75
TOTAL	494	417	527	742	2180	545.00
MEDIA	41.17	34.75	43.92	61.83	181.67	
MEDIA GLOBAL	45.42					

LESIONADOS

CUERNAVACA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	40	20	2	6	68	17.00
FEB	26	12	24	26	88	22.00
MAR	6	28	36	38	108	27.00
ABR	43	19	31	13	106	26.50
MAY	25	8	21	16	70	17.50
JUN	5	16	23	15	59	14.75
JUL	27	21	29	32	109	27.25
AGO	16	16	32	38	102	25.50
SEP	25	14	9	34	82	20.50
OCT	122	20	38	29	209	52.25
NOV	35	19	14	12	80	20.00
DIC	20	16	20	30	86	21.50
TOTAL	390	209	279	289	1167	291.75
MEDIA	32.50	17.42	23.25	24.08	97.25	
MEDIA GLOBAL	24.31					

MUERTOS

CUERNAVACA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	3	10	0	0	13	3.25
FEB	5	1	2	12	20	5.00
MAR	0	4	5	5	14	3.50
ABR	0	5	8	2	15	3.75
MAY	3	4	3	8	18	4.50
JUN	4	6	0	4	14	3.50
JUL	0	3	2	3	8	2.00
AGO	2	3	2	3	10	2.50
SEP	2	6	4	4	16	4.00
OCT	7	6	4	4	21	5.25
NOV	4	2	2	3	11	2.75
DIC	1	1	5	4	11	2.75
TOTAL	31	51	37	52	171	42.75
MEDIA	2.58	4.25	3.08	4.33	14.25	
MEDIA GLOBAL	3.56					

MEXICO-TOLUCA.

El Estado de México colinda con la mayor parte de los límites del D.F.. Su capital, Toluca, es la ciudad importante fuera del área metropolitana más cercana a la Cd. de México a solo 64 km. de distancia. No obstante, las características propias de esta carretera por el tipo de territorio que atraviesa y por su construcción, la hacen de alto riesgo. Durante 1990, fue modificada con el objeto de hacer menor el riesgo de circular por ella.

La extensión del área metropolitana hacia Toluca, provoca una enorme circulación diaria de vehículos y, en consecuencia, de accidentes. Debido a la falta de caseta de cobro en esta carretera en la fecha de recolección de los datos, fue necesario estimarla (ver Anexo C). Los datos estimados son factibles, ya que ésta carretera es la segunda más circulada y la tercera más accidentada, como puede apreciarse en los datos del concentrado siguiente:

	TOTAL 4 AÑOS	MEDIA ANUAL	MEDIA MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	36,673,035	9,168,259	764,022	25,119
ACCIDENTES	3,121	780.25	65.02	2.14
LESIONADOS	1,926	481.50	40.13	1.34
MUERTOS	274	68.50	5.71	0.19

	MES MAYOR	PROMEDIO MENSUAL	DIARIO	MES MENOR	PROMEDIO MENSUAL	DIARIO
AFORO VEHICULAR	Mar	791,471	25,531	May	725,868	23,415
ACCIDENTES	Feb	77.40	2.58	Dic	49.75	1.60

La frecuencia de accidentes que se obtiene del cuadro anterior, es:

$$F(a) = 3121/36673035 = .000085 = 0.0085\%$$

Aproximadamente el mismo porcentaje que Pachuca. Sin embargo, en lesionados si es más alta y en defunciones menor:

$$F(1) = 1926/3121 = .617110 = 61.71\%$$

AFORO VEHICULAR

TOLUCA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	909279	654491	761100	799155	3124025	781006
FEB	992562	714056	693876	728570	3129064	782266
MAR	916521	702887	754378	792097	3165883	791471
ABR	793407	699164	700599	735629	2928799	732200
MAY	688398	751284	714044	749746	2903472	725868
JUN	724608	777344	720766	756804	2979522	744881
JUL	760818	717778	787990	827389	3093975	773494
AGO	731850	758728	794712	834448	3119738	779935
SEP	720987	755007	714044	749746	2939784	734946
OCT	720987	762452	761100	799155	3043694	760924
NOV	793407	736393	781267	820330	3131397	782849
DIC	684777	661936	861936	905033	3113682	778421
TOTAL	9437601	8691520	9045812	9498102	36673035	9168259
MEDIA	786467	724293	753818	791509	3056086	
MEDIA GLOBAL	764021.6					

ACCIDENTES

TOLUCA

MESES	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	114	44	53	50	261	65.25
FEB	137	60	50	42	289	72.25
MAR	116	57	56	62	291	72.75
ABR	82	56	77	75	290	72.50
MAY	53	70	104	45	272	68.00
JUN	63	77	90	52	282	70.50
JUL	73	61	82	75	291	72.75
AGO	65	72	59	55	251	62.75
SEP	62	71	34	58	225	56.25
OCT	62	73	44	55	234	58.50
NOV	82	66	35	53	236	59.00
DIC	52	46	58	43	199	49.75
TOTAL	961	753	742	665	3121	780.25
MEDIA	80.08	62.75	61.83	55.42	260.08	
MEDIA GLOBAL	65.02					

LESIONADOS

TOLUCA

MES/AÑO	1967	1968	1968	1969	TOTAL	MEDIA
ENE	44	12	35	16	107	26.75
FEB	59	29	32	19	139	34.75
MAR	66	15	51	37	169	42.25
ABR	38	44	30	48	160	40.00
MAY	35	52	67	85	239	59.75
JUN	27	38	75	50	190	47.50
JUL	90	30	50	32	202	50.50
AGO	46	40	57	14	157	39.25
SEP	35	50	91	31	207	51.75
OCT	40	39	16	30	125	31.25
NOV	33	38	31	23	125	31.25
DIC	25	16	45	20	106	26.50
TOTAL	538	403	580	405	1926	481.50
MEDIA	44.83	33.58	48.33	33.75	160.50	
MEDIA GLOBAL	40.13					

MUERTOS

TOLUCA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	11	5	3	1	20	5.00
FEB	10	12	2	3	27	6.75
MAR	8	2	15	3	28	7.00
ABR	1	7	8	3	17	4.25
MAY	3	2	9	22	36	9.00
JUN	3	2	1	1	7	1.75
JUL	51	9	5	9	74	18.50
AGO	4	1	3	1	9	2.25
SEP	3	2	10	1	16	4.00
OCT	4	1	7	2	14	3.50
NOV	5	4	6	3	18	4.50
DEC	3	1	4	0	8	2.00
TOTAL	108	48	71	49	274	68.50
MEDIA	8.83	4.00	5.92	4.08	22.83	
MEDIA GLOBAL	5.71					

El territorio tan especial en el que se encuentra la carretera, puede ser una razón importante para los valores tan altos que se manejan.

MEXICO-QUERETARO.

A pesar de que Querétaro se encuentra a 220 km. de la Cd. de México, la extensión de áreas industriales y habitacionales a lo largo de la autopista hacen que sea la de mayor circulación, con una media anual de 38,510,939 y para accidentes de 3,791. Además de ser la única y principal vía de comunicación terrestre (referente a carretera) para todos los estados del Norte. Noreste y Noroeste del país y aún también para los del oeste (Guadalajara, Michoacán, etc.) y los del centro-norte (Guanajuato).

Por el radio de 100 km. de nuestro estudio, el tramo de autopista que se contempla pertenece en su mayor parte al Estado de México, que si bien es el mismo que recorre para Toluca, sus condiciones son diferentes en cuanto a clima y forma del terreno, aunque no son éstas las causas más importantes de accidentes en ella. (Ver Anexo B)

El cuadro concentrado que se presenta a continuación nos permite ver el comportamiento de las variables: aforo vehicular, accidentes, lesionados y muertos.

	TOTAL 4 AÑOS	MEDIA ANUAL	MEDIA MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	38,510,939	9,627,735	802,311	25,007
ACCIDENTES	3,791	1011.50	78.98	2.60
LESIONADOS	1,707	457.67	35.56	1.19
MUERTOS	266	71.08	5.54	0.18

	MES MAYOR	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	MES MENOR	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	Ago	890,724	28,733	Feb	685,094	24,468
ACCIDENTES	Dic	105.00	3.39	May	75.25	2.43

Como puede observarse, de las 5 carreteras en estudio son los datos más grandes en cuanto a número, obtenemos entonces las respectivas frecuencias:

$$F(a) = 3791/38510939 = .000098 = 0.0098\%$$

Que hasta este momento es la más alta obtenida y nos representa que de cada 100,000 vehículos se accidentan casi 10. La frecuencia de lesionados es:

$$F(l) = 1707/3791 = .450277 = 45.03\%$$

$$F(m) = 266/3791 = .070166 = 7.02\%$$

A pesar de ser la más circulada, el saldo de lesionados y muertos es inclusive menor, a las anteriormente analizadas.

AFORO VEHICULAR

QUERETARO

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	719141	706743	824111	848834	3098829	774707
FEB	634930	676348	703990	725110	2740378	685095
MAR	708267	773548	887980	914619	3284412	821103
ABR	799002	788682	784491	808026	3160181	790045
MAY	752705	757405	818839	843404	3172353	793088
JUN	689011	724740	773033	796224	2983008	745752
JUL	803586	857258	837034	862145	3360003	840001
AGO	832940	883548	909562	936849	3562897	890724
SEP	702163	770367	785474	809038	3067042	768761
OCT	772740	805973	830810	855734	3285257	816314
NOV	751050	783905	817131	841645	3203731	800933
DIC	849211	836203	900214	827220	3812848	903212
TOTAL	9014728	9454696	9872669	10188848	38510939	9627735
MEDIA	751227	787891	822722	847404	3209245	
MEDIA GLOBAL	802311.2					

ACCIDENTES

QUERETARO

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	SD	84	87	103	284	84.67
FEB	SD	70	58	101	229	76.33
MAR	SD	86	81	85	252	84.00
ABR	87	78	94	72	329	82.25
MAY	88	65	81	89	301	75.25
JUN	59	77	88	81	305	76.25
JUL	90	86	91	104	371	92.75
AGO	91	92	74	88	345	86.25
SEP	63	69	70	107	309	77.25
OCT	81	72	75	93	321	80.25
NOV	61	77	61	126	325	81.25
DIC	88	94	115	123	420	105.00
TOTAL	688	958	975	1172	3791	1011.50
MEDIA	78.22	79.83	81.25	97.67	315.92	
MEDIA GLOBAL	78.98					

LESIONADOS

QUERETARO

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	SD	66	40	25	131	43.67
FEB	SD	42	39	50	131	43.67
MAR	SD	23	47	39	109	36.33
ABR	30	40	25	32	127	31.75
MAY	22	42	49	32	145	36.25
JUN	28	59	19	30	138	34.00
JUL	50	85	21	25	161	40.25
AGO	58	28	19	67	170	42.50
SEP	34	15	16	30	95	23.75
OCT	109	33	31	34	207	51.75
NOV	29	57	15	53	154	38.50
DIC	41	31	39	30	141	35.25
TOTAL	399	501	360	447	1707	457.67
MEDIA	44.33	41.75	30.00	37.25	142.25	
MEDIA GLOBAL	35.58					

MUERTOS

QUERETARO

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	SD	7	8	2	17	5.67
FEB	SD	8	3	13	24	8.00
MAR	SD	4	5	5	14	4.67
ABR	1	6	8	7	22	5.50
MAY	6	3	7	2	18	4.50
JUN	3	5	2	3	13	3.25
JUL	3	13	8	5	29	7.25
AGO	17	8	2	8	35	8.75
SEP	3	1	2	5	11	2.75
OCT	24	4	6	3	37	9.25
NOV	7	2	5	4	18	4.50
DIC	10	3	6	9	28	7.00
TOTAL	74	64	62	66	266	71.08
MEDIA	7.40	5.33	5.17	5.50	22.17	
MEDIA GLOBAL	5.54					

MEXICO-PUEBLA.

La Ciudad de Puebla se encuentra a 131 km. del D.F., la carretera que las comunica, aunque se considera dentro de las mejores en lo que se refiere al mantenimiento, es también peligrosa debido a las condiciones climatológicas que imperan a lo largo de ella. Es por eso que a pesar de tener la menor circulación, su media anual es de 6,504,999, tiene un alto número de accidentes (677 anuales). La extensión de las actividades económicas en Puebla y la amplitud del área metropolitana hacia esa dirección, han provocado en los últimos 2 años incrementos notables en la circulación vehicular (ver cuadro correspondiente).

	TOTAL 4 AÑOS	MEDIA ANUAL	MEDIA MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
AFORO VEHICULAR	26,019,997	6,504,999	542,083	17,882
ACCIDENTES	2,624	676.83	54.67	1.80
LESIONADOS	1,248	323.50	26.00	0.87
MUERTOS	219	56.92	4.56	0.15

	MES MAYOR	PROMEDIO		MES MENOR	PROMEDIO	
		MENSUAL	DIARIO		MENSUAL	DIARIO
AFORO VEHICULAR	Dic	602,631	19,427	Feb	469,203	16,775
ACCIDENTES	Dic	65.75	2.12	Ene	40.00	1.29

Si obtenemos la frecuencia de siniestros, tenemos que:

$$F(a) = 2624/26019997 = .000101 = 0.01\%$$

Es ésta la frecuencia más grande de las 5 carreteras por lo que es considerada la de más alta siniestralidad. Para los lesionados y muertos se tiene:

$$F(l) = 1248/2624 = .475610 = 47.56\%$$

$$F(m) = 219/1248 = .175610 = 17.56\%$$

Como consecuencia del alto índice de accidentes, es también la de más alta frecuencia de muerte.

AFORO VEHICULAR

PUEBLA

MES AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	444720	492237	558539	575295	2070791	517698
FEB	414318	474598	487634	502263	1878813	469703
MAR	464280	533150	583858	601374	2182662	545666
ABR	506566	527459	548637	565096	2147758	536940
MAY	503700	543336	577307	594626	2218969	554742
JUN	479423	501036	507881	523117	2011457	502864
JUL	544606	574638	563104	579997	2262345	565586
AGO	575203	605448	596729	614631	2392011	598003
SEP	487392	489014	522346	538016	2036768	509192
OCT	533668	523408	565263	582221	2204560	551140
NOV	543007	543235	551083	567615	2204940	551235
DIC	595904	612495	591391	609133	2408923	602231
TOTAL	6092787	6420054	6653772	6853384	26019997	6504999
MEDIA	507732	535005	554481	571115	2168333	
MEDIA GLOBAL	542083.3					

ACCIDENTES

PUEBLA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	SD	19	24	77	120	40.00
FEB	SD	22	44	64	130	43.33
MAR	16	22	67	82	187	46.75
ABR	29	18	68	107	220	55.00
MAY	29	20	96	98	243	60.75
JUN	24	27	103	91	245	61.25
JUL	27	21	82	107	237	59.25
AGO	29	20	98	98	243	60.75
SEP	20	24	99	106	249	62.25
OCT	30	19	80	121	250	62.50
NOV	24	24	93	98	237	59.25
DIC	26	30	115	92	263	65.75
TOTAL	254	264	969	1137	2624	676.83
MEDIA	25.40	22.00	80.75	94.75	218.67	
MEDIA GLOBAL	54.67					

LESIONADOS

PUEBLA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	SD	16	26	34	76	25.33
FEB	SD	16	9	37	62	20.67
MAR	7	16	38	17	78	19.50
ABR	27	7	100	29	163	40.75
MAY	4	10	44	20	78	19.50
JUN	29	43	18	78	168	42.00
JUL	24	16	27	33	100	25.00
AGO	10	19	38	17	62	20.50
SEP	7	8	43	34	90	22.50
OCT	20	22	24	25	91	22.75
NOV	38	9	27	49	123	30.75
DIC	13	16	51	57	137	34.25
TOTAL	179	196	443	430	1248	323.50
MEDIA	17.80	16.33	36.82	35.83	104.00	
MEDIA GLOBAL	26.00					

MUERTOS

PUEBLA

MES/AÑO	1987	1988	1989	1990	TOTAL	MEDIA
ENE	SD	3	6	5	14	4.67
FEB	SD	2	4	6	12	4.00
MAR	1	3	5	6	15	3.75
ABR	0	0	9	9	18	4.50
MAY	5	1	7	5	18	4.50
JUN	3	0	3	4	10	2.50
JUL	3	2	5	11	21	5.25
AGO	1	3	13	7	24	6.00
SEP	0	4	8	4	16	4.00
OCT	2	8	5	11	24	6.00
NOV	3	1	4	17	25	6.25
DIC	1	1	6	14	22	5.50
TOTAL	19	26	75	99	219	58.92
MEDIA	1.90	2.17	6.25	8.25	18.25	
MEDIA GLOBAL	4.58					

Si se clasifica a cada carretera con lugares del 1 al 5 por el número de siniestros (siendo 1 el mayor y así sucesivamente) en relación a las cinco carreteras, tenemos:

CARRETERA	AFORO VEHICULAR	ACCIDENTES	F(a)	F(1)	F(m)
Pachuca	3	3	4	2	2
Cuernavaca	4	5	5	3	5
Toluca	2	2	3	1	3
Querétaro	1	1	2	5	4
Puebla	5	4	1	4	1

Se puede observar que la más estable en cuanto a baja circulación, bajos accidentes, etc. es la carretera a Cuernavaca y en segundo lugar Pachuca.

Para analizar el comportamiento de los datos de accidentes se elaboraron tablas con intervalos de clase y frecuencias que permiten a su vez hacer gráficas que reflejan la forma de la distribución de los datos.

Se realizó también una prueba de bondad de ajuste que arrojó para la curva normal una aproximación hasta el 50% de confianza, pero para la distribución Poisson una confianza que oscila entre el 50 y 90% (ver cuadros y gráficas correspondientes, p.56).

Es posible hacer una "afirmación arbitraria"(1) con la llamada regla empírica, que nos dice: Dada una distribución de observaciones que es aproximadamente acampanada, el intervalo:

1. $\mu \pm \sigma$ contiene aproximadamente el 68% de las observaciones.
2. $\mu \pm 2\sigma$ contiene aproximadamente el 95% de las observaciones.
3. $\mu \pm 3\sigma$ contiene todas o casi todas las observaciones.

(1) Mendenhall, William. Introducción a la Probabilidad y Estadística, Iberoamérica, p.50.

Donde:

μ = media

σ = desviación estándar.

Aunque los porcentajes en la regla corresponden a áreas bajo la curva normal, los mismos porcentajes son aplicables a diferentes distribuciones, siempre y cuando tengan formas semejantes a la normal.

Para manejar los distintos grados de confiabilidad al hacer estimaciones con las medias, el intervalo de error que se maneja en estos casos es $(\hat{\alpha} \pm \epsilon)$.

Donde:

$\hat{\alpha}$ = Estimador de la media

$$\hat{\alpha} = \Sigma x / n$$

ϵ = Error a manejar

$$\epsilon = k(\sigma / \sqrt{n})$$

k = Grado de confiabilidad (95%, $k = 2$)

σ = Desviación estándar (en el caso Poisson)

$$\sigma = \sqrt{\hat{\alpha}}$$

n = Número de observaciones

Si se observan las gráficas correspondientes, todas, a excepción de los accidentes de Puebla, se comportan de manera semejante a la Poisson, por lo que se pueden entonces predecir algunas probabilidades utilizando esta curva.

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE
CHI CUADRADA
DISTRIBUCION POISSON

ACCIDENTES DIARIOS
PACHUCA

MES	AÑO			
	1987	1988	1989	1990
ENERO	3.61	1.23	1.87	1.65
FEBRERO	3.50	2.61	2.11	2.18
MARZO	2.65	2.03	1.74	2.00
ABRIL	1.27	1.67	2.17	1.60
MAYO	1.23	2.10	1.65	1.55
JUNIO	1.90	1.87	1.80	2.20
JULIO	1.87	1.77	1.77	1.52
AGOSTO	1.55	1.87	1.84	2.10
SEPTIEMBRE	1.97	2.00	2.13	2.20
OCTUBRE	1.94	2.06	1.87	2.39
NOVIEMBRE	2.20	2.00	2.10	2.40
DICIEMBRE	2.29	1.87	2.00	2.16

$\hat{\lambda} = 2.00$

INTERVALOS DE CLASE	FRECUENCIAS OBSERVADAS	FRECUENCIA ESPERADA
0	0	6.38
1	3	12.86
2	41	12.96
3	2	8.74
4	2	4.42

HIPOTESIS NULA

$\chi^2 < 0.0158$

g.l. = 1

$\alpha = .10$

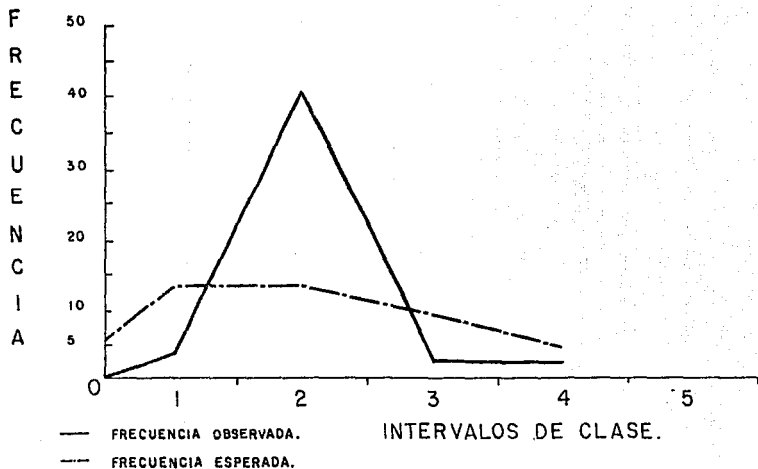
RESULTADO PRUEBA

$\chi^2 = .0143$

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA

ACCIDENTES.

PACHUCA



PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE
CHI CUADRADA
DISTRIBUCION POISSON

ACCIDENTES DIARIOS
CUERNAVACA

MES	AÑO			
	1987	1988	1989	1990
ENERO	1.65	1.29	0.68	1.29
FEBRERO	2.46	1.46	1.14	2.14
MARZO	1.29	1.32	1.81	2.32
ABRIL	1.33	1.23	1.50	1.80
MAYO	1.23	0.90	1.48	1.81
JUNIO	0.90	1.33	1.67	1.83
JULIO	0.87	1.13	1.77	3.35
AGOSTO	1.29	1.00	1.48	2.19
SEPTIEMBRE	1.17	0.77	1.73	2.47
OCTUBRE	1.42	1.19	1.23	2.13
NOVIEMBRE	1.60	0.93	1.37	1.17
DICIEMBRE	1.13	1.16	1.48	1.87

$\hat{\theta} = 1.45$

INTERVALOS DE CLASE	FRECUENCIAS OBSERVADAS	FRECUENCIA ESPERADA
0	0	11.28
1	29	16.32
2	18	11.86
3	1	5.71
4	0	2.07

HIPOTESIS NULA

$\chi^2_{\alpha} < 0.102$

g.l. = 1

$\alpha = .25$

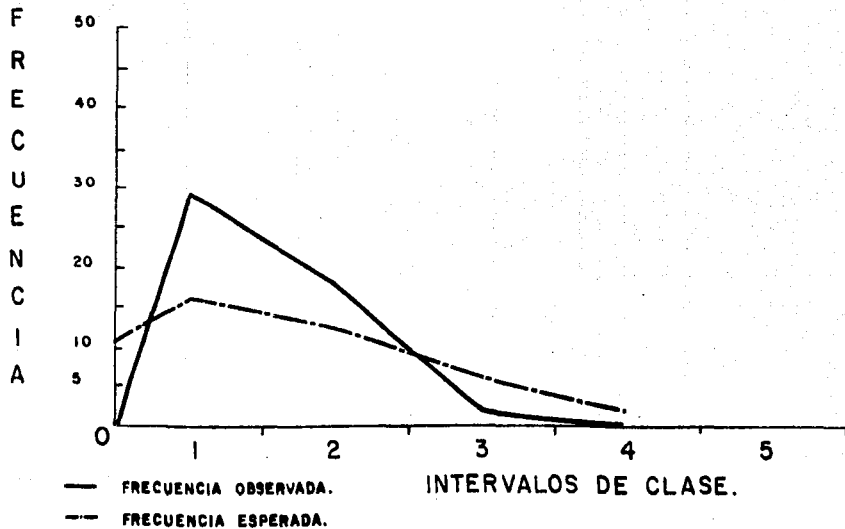
RESULTADO PRUEBA

$\chi^2 = 0.0586$

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA

ACCIDENTES.

CUERNAVACA



PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE
CHI CUADRADA
DISTRIBUCION POISSON

ACCIDENTES DIARIOS
TOLUCA

MES	AVO			
	1987	1988	1989	1990
ENERO	3.68	1.42	1.71	1.61
FEBRERO	4.89	2.14	1.79	1.50
MARZO	3.74	1.84	1.81	2.00
ABRIL	2.73	1.87	2.57	2.50
MAYO	1.71	2.26	3.35	1.45
JUNIO	2.10	2.57	3.00	1.73
JULIO	2.35	1.97	2.65	2.42
AGOSTO	2.10	2.32	1.90	1.77
SEPTIEMBRE	2.07	2.37	1.13	1.93
OCTUBRE	2.00	2.35	1.42	1.77
NOVIEMBRE	2.73	2.20	1.17	1.77
DICIEMBRE	1.68	1.48	1.87	1.39

$\lambda = 2.14$

INTERVALOS DE CLASE	FRECUENCIAS OBSERVADAS	FRECUENCIA ESPERADA
0	0	5.66
1	7	12.1
2	30	12.91
3	8	9.22
4	2	4.94
5	1	2.11

HIPOTESIS NULA

$\chi^2 < .211$

g.l. = 21

$\alpha = .10$

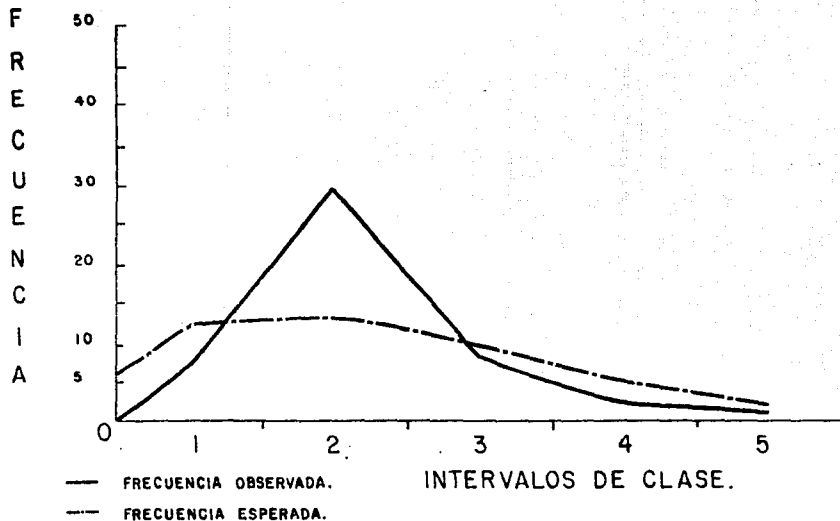
RESULTADO PRUEBA

$I^* = 0.1291$

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA

ACCIDENTES.

TOLUCA



27

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE
CHI CUADRADA
DISTRIBUCION POISSON

ACCIDENTES DIARIOS
QUERETARO

MES	AVD			
	1987	1988	1989	1990
ENERO	5.0	3.03	2.81	3.32
FEBRERO	5.0	2.50	2.07	3.61
MARZO	5.0	2.77	2.61	2.74
ABRIL	2.90	2.53	3.13	2.40
MAYO	2.13	2.10	2.61	2.87
JUNIO	1.97	2.57	2.93	2.70
JULIO	2.90	2.77	2.94	3.35
AGOSTO	2.94	2.97	2.39	2.84
SEPTIEMBRE	2.10	2.30	2.33	3.57
OCTUBRE	2.61	2.32	2.42	3.00
NOVIEMBRE	2.03	2.57	2.03	4.20
DICIEMBRE	2.84	3.03	3.71	3.97

$$\hat{\mu} = 2.72$$

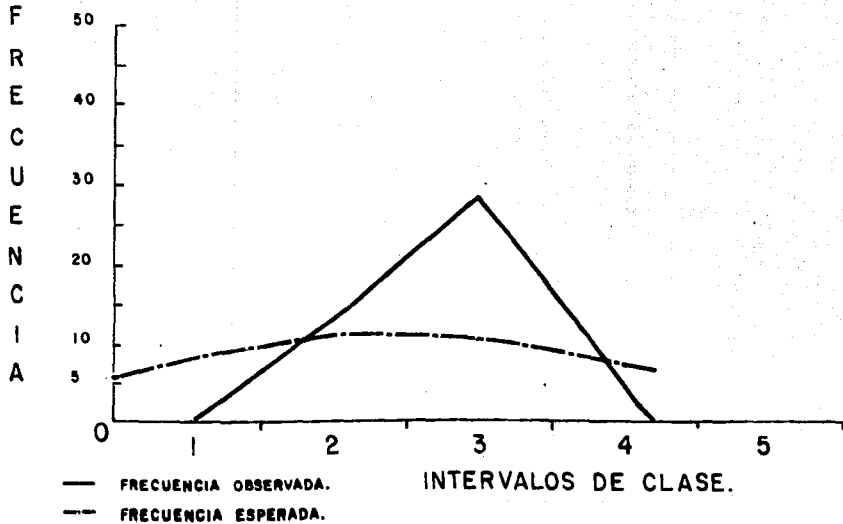
INTERVALOS DE CLASE	FRECUENCIAS OBSERVADAS	FRECUENCIA ESPERADA
0	0	2.97
1	0	8.06
2	13	10.98
3	27	9.9
4	5	6.75

HIPOTESIS NULA
 $\chi^2 < .102$
 g.l. = 1
 $\alpha = .25$

RESULTADO PRUEBA
 $\chi^2 = 0.0572$

NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA

ACCIDENTES. QUERÉTARO



PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE
 CHI CUADRADA
 DISTRIBUCION POISSON
 ACCIDENTES DIARIOS
 PUEBLA

MES	AÑO	
	1989	1990
ENERO	0.77	2.48
FEBRERO	1.57	2.29
MARZO	2.16	2.65
ABRIL	2.27	3.57
MAYO	3.10	3.16
JUNIO	3.43	3.03
JULIO	2.65	3.45
AGOSTO	3.16	3.10
SEPTIEMBRE	3.30	3.53
OCTUBRE	2.58	3.90
NOVIEMBRE	3.10	3.20
DICIEMBRE	3.71	2.92

$\lambda = 2.88$

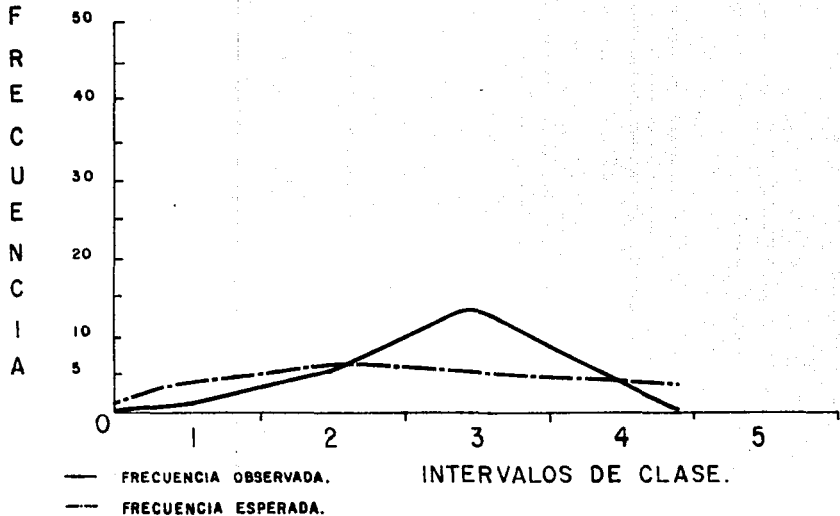
INTERVALOS DE CLASE	FRECUENCIAS OBSERVADAS	FRECUENCIA ESPERADA
0	0	1.35
1	1	3.89
2	5	5.50
3	14	5.35
4	4	3.84

HIPOTESIS NULA
 $\chi^2 < \chi^2_{0.05}$
 $g.l. = 1$
 $\alpha = .05$

RESULTADO PRUEBA
 $\chi^2 = 0.3606$
 NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA

ACCIDENTES.

PUEBLA



63

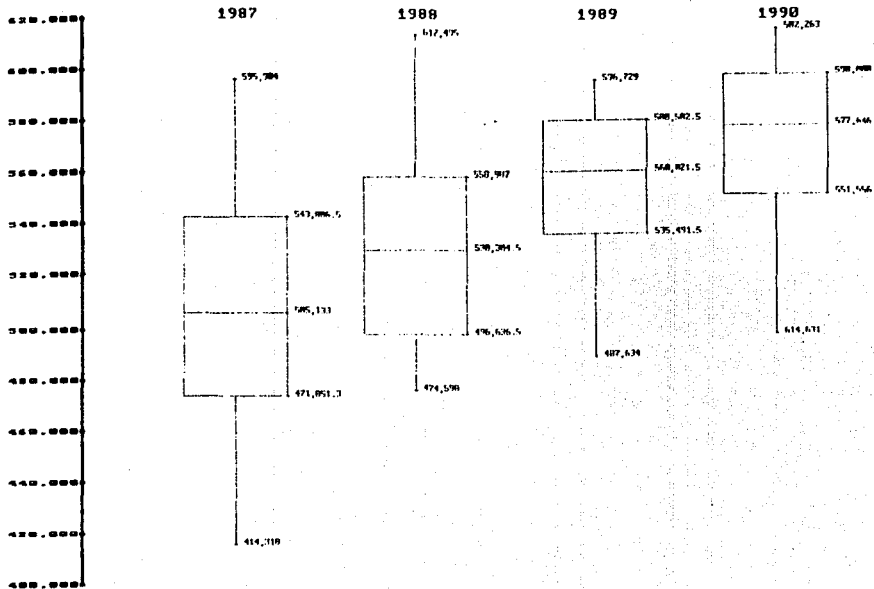
c/

Como el comportamiento de datos en la autopista Mexico-Puebla no se ajusta confiablemente a la curva, se recurrió al Análisis Exploratorio de Datos, donde ordenando los datos de menor a mayor y a partir de la mediana se forman cuartiles, y esto nos da una idea de la dispersión de los datos. Su representación gráfica se denomina "caja con bigotes". Estas muestran que en el rectángulo, la dispersión de los datos será menor. Al aplicar este estudio al aforo vehicular, número de accidentes, lesionados y muertos reportados en la carretera en cuestión, se puede observar que el número de vehículos que circulan se incrementa año con año a una razón del 4% anual aproximadamente, es de esperar que el comportamiento sea similar en accidentes y lesionados, pero al revisar las "cajas con bigotes" correspondientes a esta información, vemos que hay un aumento razonable en ambas variables entre 1987 y 1988, pero comparado con 1989 y 1990 resulta incongruente. Sabemos que durante ese periodo no ha habido modificaciones en el trazo de la carretera, ni en ningún otro factor que pudiera explicar esa situación. Con estas interrogantes se recurrió nuevamente a la Policía Federal de Caminos y Puertos, en su destacamento Chalco para tratar de encontrar una explicación. Ellos consideran que esos cambios tan bruscos entre 1988 y 1989 se deben a que hubo modificaciones en los criterios al reportar los accidentes, por lo que la información está subestimada para 1987 y 1988.

Según la misma dependencia, la tendencia para los años subsiguientes está representada en los datos correspondientes a 1989 y 1990.

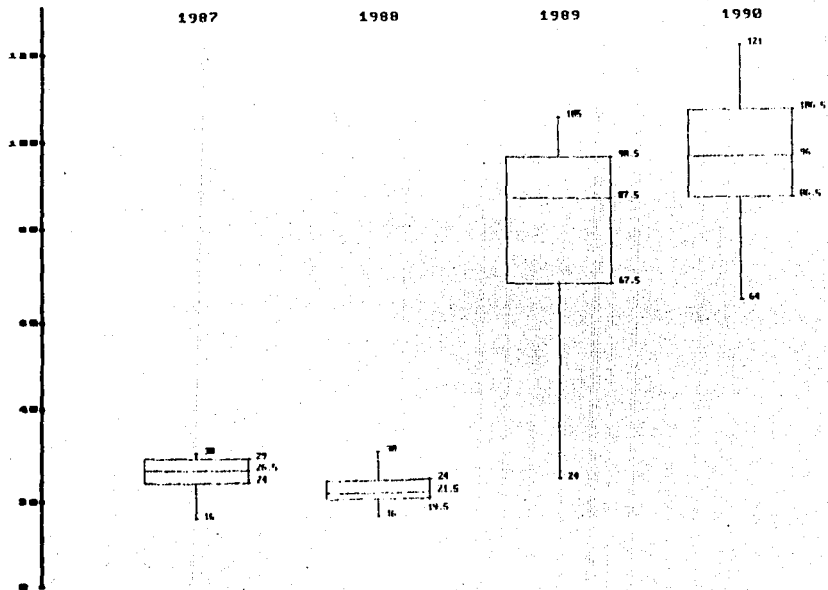
AFORO VEHICULAR PUEBLA

Aforo vehicular



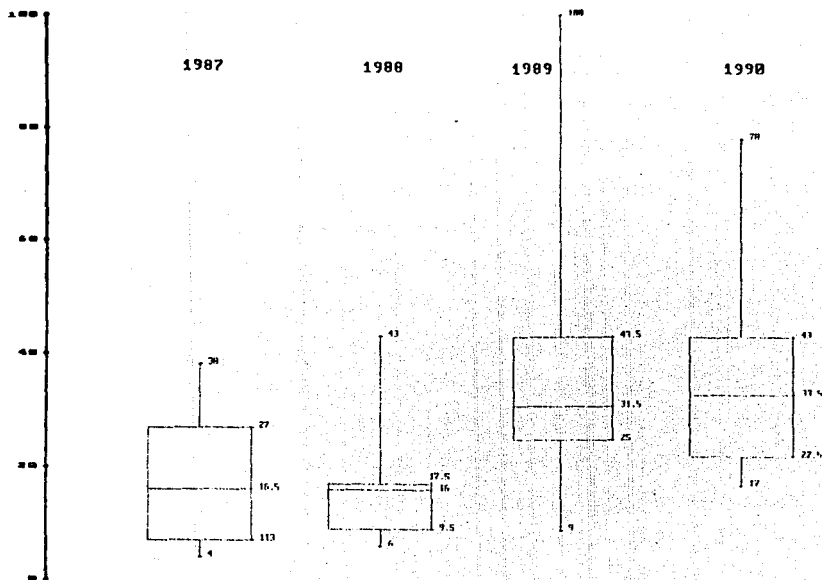
ACCIDENTES PUEBLA

Num. de accidentes



LESIONADOS
PUEBLA

Num. de lesionados



MUERTOS
PUEBLA

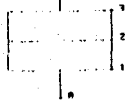
Num. de muertos



1987



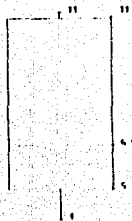
1988



1989



1990



2.2 DETERMINACION DEL PROMEDIO DE SINIESTRALIDAD SEGUN RADIO DE OPERACION EN UN PERIODO DE UN AÑO Y PARA CADA MES.

En la presentación de los cuadros de la sección anterior y de este, se debe aclarar que no existe ninguna publicación que presente los datos de esta manera. Como ya se mencionó, fueron obtenidos de reportes mensuales de la PFCyP y se concentraron de manera que sea fácil su interpretación y manejo. Para poder realizar la determinación del promedio de siniestralidad, se procedió a elaborar cuadros que representen las medias:

En un cuadro se presenta la media con respecto a cada mes y la media anual de los cuatro años.

Del cuadro que se mencionó anteriormente, se obtuvo el de circulación diaria dividiendo la media mensual entre el número de días correspondientes a cada mes, y la media anual, dividiendo el total de circulación anual, entre 365 días.

Los accidentes se trataron de la misma manera, lo que nos lleva a obtener el cuadro del promedio de accidentes diarios que representa la probabilidad de siniestralidad por cada carretera de cada uno de los meses.

Sin embargo, es necesario obtener un promedio global de siniestralidad:

$$P.A.G. = \text{SUM } A_i / \text{SUM } AV_i \quad i = 1, 2, \dots, 5$$

Donde:

A_i = Total de accidentes de los 4 años para cada
carretera

AV_i = Total de vehículos en los 4 años que
circulan en cada carretera.

Entonces:

$$P.A.G. = 14630/167802147 = 0.000087 = 0.0087\%$$

Y el promedio global de lesionados que se obtiene de igual manera:

$$P.L.G. = 7638/14630 = 0.522078 = 52.21\%$$

Estos promedios globales, nos permiten estandarizar las tablas de costos y el costo promedio de operación que se obtienen en la siguiente sección.

AFORO VEHICULAR

MEDIAS MENSUALES POR CARRETERA

MES	CARRETERA				
	PACHUCA	GUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA
ENE	760271	630738	781006	774707	517698
FEB	686228	572387	782266	685094	469703
MAR	770807	707547	791471	821103	545665
ABR	760889	664023	732200	790045	536939
MAY	768537	657116	725868	793088	554742
JUN	723785	572532	744881	745752	502864
JUL	777603	674869	773494	840001	565586
AGO	802932	709162	779935	890724	598003
SEP	765994	567375	734946	766760	509192
OCT	658098	615868	760924	816314	551140
NOY	729664	630969	782849	800933	551235
DIC	766857	675295	778421	903212	602231
MEDIA ANUAL	8971660	7677881	9168261	9627733	6504998

AFORO VEHICULAR

PROMEDIO DE CIRCULACION DIARIA

MES	CARRETERA				
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA
ENE	24525	20346	25194	24991	16700
FEB	24508	20442	27938	24468	16775
MAR	24865	22824	25531	26487	17602
ABR	25363	22134	24407	26335	17898
MAY	24792	21197	23415	25583	17895
JUN	24126	19084	24829	24858	16762
JUL	25084	21770	24919	27097	18245
AGO	25901	22867	25159	28733	19290
SEP	25533	18913	24665	25559	16973
OCT	21229	19867	24546	26333	17779
NOV	24322	21032	26095	26698	18375
DIC	24737	21784	25110	29136	19427
POMA	24580	21035	25119	25007	17822

P.C.D. = MEDIA MENSUAL/Nº. DE DIAS

P.D.M.A. = MEDIA ANUAL/365

ACCIDENTES

MEDIAS MENSUALES POR CARRETERA

MES	CARRETERA				
	PACHUC	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA
ENE	64.75	38.00	65.25	94.67	40.00
FEB	72.75	50.50	72.25	76.33	43.33
MAR	65.25	52.25	72.75	84.00	46.75
ABR	50.25	44.00	72.50	82.25	55.00
MAY	50.50	42.00	68.00	75.25	60.75
JUN	58.25	43.00	70.50	76.25	61.25
JUL	53.75	55.25	72.75	92.75	58.25
AGO	57.00	46.25	62.75	86.25	60.75
SEP	62.25	46.00	58.25	77.25	62.25
OCT	64.00	46.25	58.50	80.25	62.50
NOV	65.25	37.75	59.00	81.25	58.25
DIC	64.50	43.75	49.75	105.00	65.75
MEDIA ANUAL	728.50	545.00	780.25	1011.50	676.83

ACCIDENTES

PROMEDIO DIARIO POR CARRETERA

MES	CARRETERA				
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA
ENE	2.09	1.23	2.10	3.05	1.29
FEB	2.60	1.80	3.56	2.73	1.55
MAR	2.10	1.69	2.35	2.71	1.51
ABR	1.68	1.47	2.42	2.74	1.63
MAY	1.63	1.35	2.19	2.43	1.91
JUN	1.84	1.43	2.35	2.54	2.04
JUL	1.73	2.76	2.35	2.99	1.91
AGO	1.84	1.49	2.02	2.78	1.96
SEP	2.06	1.53	1.88	2.56	2.06
OCT	2.06	1.49	1.89	2.59	2.06
NOV	2.16	1.26	1.97	2.71	1.96
DEC	2.06	1.41	1.60	3.39	2.12
P.D.M.A	2.00	1.49	2.14	2.60	1.80
<p>P.C.D. = MEDIA MENSUAL/No. DE DIAS</p> <p>P.D.M.A. = MEDIA ANUAL/365</p>					

/6

2.3 EVALUACION DE LOS COSTOS DE OPERACION EN CADA UNA DE LAS CARRETERAS.

El helicóptero-ambulancia trabajará en un radio de 100 km. de la Cd. de México, a una velocidad promedio de 120 km. por hora, es indispensable entonces marcar las distancias en las que el vehículo volará. Como el radio de 100 km. no es muy grande, algunas ciudades quedan dentro de este círculo. Los kilómetros de distancia de la Cd. de México a las principales ciudades vecinas son:

Pachuca: 94 km.

Cuernavaca: 86 km.

Toluca: 64 km.

Querétaro: 220 km.

Puebla: 131 km.

En el caso de Pachuca, Cuernavaca, Toluca y aún Puebla, pueden también trasladarse personas de esas ciudades a la ciudad de México.

La fuente de información referente a los kilómetros con mayor incidencia de siniestros fue nuevamente la PFCyP ya que únicamente ellos patrullan las 24hs. del día las carreteras y tienen conocimiento del lugar exacto donde ocurren los accidentes, así tenemos que en las carreteras del estudio los kilómetros más conflictivos son:

CARRETERA	KM. CONFLICTIVO
Pachuca	8.5 - 12
	25 - 35
	21 - 25
	28.5
Cuernavaca	34.5
	43
	8.5
	26.5
Toluca	31 - 32
	27 - 32
	44 - 50
Querétaro	107 - 115*
	46
Puebla	71

* Debido a que es la carretera más extensa y con el mayor aforo vehicular, consideramos necesario incluir el margen de 15 km. aparte de los 100 km. de radio.

Tomando la distancia mínima y máxima donde ocurren los accidentes en cada carretera se obtiene el kilómetro medio de incidencia. De aquí se desprende la siguiente tabla:

CARRETERA	KM. MEDIO DE INCIDENCIA
Pachuca	21.75
Cuernavaca	27.75
Toluca	20.25
Querétaro	71.00
Puebla	58.50

Analizando los kilómetros medios de incidencia; en promedio equivale a poco menos de la mitad del radio establecido de 100 km. (39.85 km). Por lo tanto en base a esta distancia, calcularemos las horas de vuelo diarias que realizará el helicóptero si ocurren aproximadamente 2 accidentes diarios en cada carretera, (ver sección anterior) el costo de operación se obtendría de la siguiente manera:

Sea:

$$C.H.V. = 1115.45 \text{ dls. (Ver capítulo I)}$$

kmi = Kilómetro medio de incidencia

Si el helicóptero recorre 120 km en 60 min., entonces podemos decir que el tiempo total en viaje redondo del helicóptero al lugar del accidente se obtiene:

$$T.V.R. = \frac{2(\text{kmi en km})(60 \text{ min.})}{120 \text{ km}} = (\text{kmi})(\text{min})$$

Considerando que tardan en colocar a los heridos en el helicóptero 15 min., el total de tiempo involucrado en la misión será:

$$T.T. = (\text{kmi} + 15)\text{min}$$

El costo por minuto:

$$C.M. = C.H.V./60 = 1115.45/60 = 18.59 \text{ dls}$$

Por lo tanto; el costo total de cada operación en viaje redondo será:

$$C.T. = (\text{kmi} + 15)\text{min} * 18.59 \text{ dls.}$$

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Considerando que el helicóptero tiene como base la Cd. de México, tomamos el promedio de accidentes diarios y la respectiva frecuencia de lesionados para cada carretera y al multiplicarlo por C.T., nos indicará el costo diario de operación para las 5 carreteras estudiadas, se tiene entonces que el costo para cada una será:

CARRETERA	PROMEDIO DIARIO DE ACCIDENTES	P(1)	kmi	COSTO
Pachuca	2.00	.545642	21.75	1014.35
Cuernavaca	1.49	.535321	27.75	492.61
Toluca	2.14	.617110	20.25	1078.30
Querétaro	2.60	.450277	71.00	3264.55
Puebla	1.80	.475610	58.50	1520.75
			TOTAL	5286.26

Calculando el número de horas con base al costo total y el costo de hora-vuelo, tenemos el tiempo promedio de operación diaria.

$$T.O.D. = 5286.26/1115.45 = 4.74$$

Esto quiere decir que aproximadamente se vuelan diariamente 4.74 hs.

Al mes, serían un total de:

$$4.71(30) = 142.20$$

Pero el helicóptero está restringido a volar 60 hs. al mes, por lo que la demanda que podrá ser atendida será de:

$$D = 60/142.20 = .421941$$

Aproximadamente el 42% de la demanda podría ser atendida por el helicóptero.

Si retomamos los datos globales se debe de obtener un resultado equivalente, tenemos entonces:

Total de accidentes en la 5 carreteras = 10.03

frecuencia global de lesionados = .522078

Kilómetro medio de incidencia ponderado = 41.68

El costo sería:

$$10.03(.522078)[(41.68 + 15)(18.59)] = 5517.54$$

Y el tiempo promedio de operación diaria sería:

$$T.O.D. = 5517.54/1115.45 = 4.95 \text{ hs.}$$

Lo que nos permite tener que el tiempo de operación global diario será de 4.95 hs.

TABLA GENERAL DE COSTOS

KM	HORAS DE VUELO REDONDO EN MIN.	TIEMPO DE INSTALACION EN EL VEHICULO EM MIN.	COSTO EN DOLARES
10	10	15	484.75
15	15	15	557.70
20	20	15	650.65
25	25	15	743.60
30	30	15	836.55
35	35	15	929.50
40	40	15	1022.45
45	45	15	1115.40
50	50	15	1208.35
60	60	15	1394.25
70	70	15	1580.15
80	80	15	1766.05
90	90	15	1951.95
100	100	15	2137.85

NOTA: 1 KM. SE RECORRE EN .5 MIN.

C A P I T U L O I I I

III. PLANTEAMIENTO DEL MODELO FINANCIERO-ACTUARIAL SI EL SERVICIO DEL HELICOPTERO-AMBULANCIA SE OFRECIERA EN FORMA CONJUNTA.

El traslado de lesionados en carreteras por helicóptero tiene en promedio un costo de 1115.45 ds. por hora, lo que equivale con la paridad reciente del dólar (\$3,300.00), a \$3,680,985.00 por hora aproximadamente. Consideramos que no es un precio elevado, estimando el costo-beneficio del servicio. Desgraciadamente para la mayor parte de la población no es posible hacer el gasto en una sola exhibición.

Una manera de hacer más accesible dicho servicio es que su prestación se encuentre asociada con las instituciones, de tal manera que el derechohabiente tenga acceso al traslado de lesionados mediante el pago de una cuota extra a la que paga a su centro de atención.

3.1 ASOCIADO CON HOSPITALES

Son pocos los hospitales de la ciudad que cuentan con helipuerto y muchos menos los que disponen de helicóptero-ambulancia para su uso exclusivo, por lo que el ofrecer la opción de traslado de lesionados en carreteras para que se

les brinde la atención médica requerida, resulta atractivo para los derechohabientes del hospital.

Para los hospitales particulares es más redituable rentar las ambulancias terrestres que tener su propio parque vehicular, por lo que el rentar al helicóptero aumentaría la eficiencia de la atención que proporcionan.

Desafortunadamente, al hacer el estudio correspondiente en estas instituciones con helipuerto, nos percatamos que ninguna de ellas cuenta con servicio de membresías para proteger al usuario de manera permanente; las cuentas por la atención o el servicio solicitado por el cliente debe ser liquidado al momento, esto implica que al requerir el interesado el beneficio de traslado por helicóptero deba hacer el desembolso correspondiente. Es decir, la única ventaja atractiva para el usuario, es la fácil localización del servicio en determinada institución hospitalaria.

En el caso de que el hospital desee contar con el servicio exclusivo del helicóptero-ambulancia, se presenta como opción la renta total del vehículo. La renta anual se estima de la siguiente manera:

$$R.A. = (CHV)(60)(12)(1+PU)$$

Donde:

R.A. = Renta anual

CHV = Costo de hora vuelo

PU = % de utilidad de la compañía administradora

Nota. El 60 corresponde al número de horas de vuelo máximas permitidas.

Entonces si:

CHV = 1115.45 dls.

PU = 10%

Tenemos:

$$R.A. = (1115.45)(60)(12)(1.10)$$

$$= 883,436.40 \text{ dls.}$$

$$= \$ 2,915,340,120.00 \text{ m.n.}$$

Cantidad que deberá pagarse al principio del año por concepto de renta a la compañía administradora del servicio. Esta suma no incluye porcentaje de utilidad para el hospital arrendador.

Ahora bien, como el desembolso por el servicio lo efectúa el usuario directamente, resulta interesante plantear un modelo donde se contrate directamente por particulares.

Este apartado está respaldado por el capítulo II, en donde se presentan las estadísticas de accidentes y el aforo vehicular para cada año de 1987 a 1990.

Del análisis de las estadísticas se obtuvo el promedio global de siniestralidad, el cual será básico para la obtención del modelo, mismo que se estableció de la siguiente manera: el promedio global de siniestralidad para accidentes (P.A.G.) y lesionados (P.L.G.) se calculó dividiendo la suma de los accidentes en 87, 88 89 y 90 entre la suma del aforo vehicular correspondiente a esos mismos años; (ver capítulo II, sección 2.2).

$$P.A.G. = .000087$$

$$P.L.G. = .522078$$

La probabilidad de que un vehículo sufra un accidente es:

$$P(a) = (1)(.000087)$$

La probabilidad de que en el accidente resulten lesionados será:

$$\begin{aligned} P(1,a) &= P(1)P(a) \\ &= (.000087)(.522078) \\ &= .000045 \end{aligned}$$

El margen de utilidad de la compañía es del 10% sobre los costos de operación, elemento también importante para elaborar el modelo.

Considerando que un seguro de gastos médicos mayores tiene un costo promedio de \$200,000.00 (aproximadamente 60 dls. anuales), podemos establecer una cuota anual en esa cantidad, que estimamos no es gravosa para el público usuario. La hora de servicio del helicóptero cuesta 1115.45 dls. y sería un desembolso muy fuerte. Se pretende hacer llegar la prestación a más usuarios por lo que deberá determinarse el número mínimo de personas que deban participar pagando una cuota de 60 dls. anuales, para que se cubran los gastos correspondientes a las 60hs. de vuelo que puede ofrecer el helicóptero.

Para mantener la cuota anual a precio accesible, es necesario que las personas que efectivamente hagan uso del servicio paguen un deducible, que estará en función del pago anual, se fijará en un 10% que equivale a desembolsar 6 dls. (\$20,000.00) en el momento de utilizar el servicio, cantidad que cumple con el objetivo de mantener una cuota módica.

Primeramente se deberán determinar los gastos en que se incurrirá durante el año y, a partir de ellos, proyectar la utilidad.

La población es la incógnita del modelo debido a que estará dada en función de las condiciones descritas.

Retomando los elementos, tenemos establecido que:

PS = Promedio de siniestralidad

= .000045

CA = Cuota anual

= 60 dls.

PD = Deducible por uso del servicio

= 10%

N = Población derechohabiente

IA = Ingreso anual = R.A.

= 883,436.40 dls. (\$2,915,340,120.00)

Tenemos que el primer miembro de nuestra ecuación está dado por el ingreso anual (IA) y el segundo está compuesto por el monto de las cuotas más los deducibles correspondientes:

$$IA = CA(N) + CA(PD)(N)(PS)$$

$$= CA(N)(1 + (PD)(PS))$$

Donde:

CA(N) = Monto de las cuotas anuales

CA(PD) = Monto del deducible por cada persona que
utilice el servicio

N(PS) = Número de personas que utilizarán el
servicio

Sustituyendo tenemos:

$$883,436.40 = 60(N) (1 + (.10)(.000045))$$

$$883,436.40 = 60(N) (1.000045)$$

$$883,436.40 = 60.00027(N)$$

Despejando N:

$$N = 883,436.40 / 60.00027$$

$$= 14,724$$

Es decir que se requieren 14,724 derechohabientes para que el proyecto sea rentable. Este número variará al aumentar o disminuir la cuota anual fijada, por ejemplo, si establecemos una cuota en 100 dls. (330,000.00 m.n.) N bajará a un nivel de 8,834 personas e inversamente, si disminuye la CA a 50 dls. el número de derechohabientes aumentará a 17,668.

3.2 ASOCIADO CON UNA ASEGURADORA.

En este caso sugerimos se incorpore el servicio de traslado por vía aérea de lesionados en carretera, en alguno de sus planes y proponemos que sea en el de gastos médicos mayores por las siguientes razones:

- Este seguro se ofrece como prestación en algunas empresas o instituciones para su personal y familiares, de modo que el servicio se extendería a distintos estratos de la población.

- El gran número de asegurados hace que el pago por el servicio que se incluiría en la prima, se reduzca notablemente.

- La cobertura del seguro de gastos médicos mayores se extiende a centros hospitalarios importantes, que generalmente cuentan con helipuerto.

Las aseguradoras importantes en nuestro país, tales como ASEMEX, SEGUROS LA PROVINCIAL, SEGUROS MONTERREY, etc., cuentan con esta póliza y en condiciones muy similares. Para poder hacer una evaluación real de nuestro proyecto, decidimos trabajar con la que ofrece ASEMEX, misma que a continuación se describe:

Cubre los gastos en que incurra el beneficiario por tratamientos médicos quirúrgicos y hospitalarios como

consecuencia de un accidente o enfermedad repentina ocurridos durante la vigencia de la póliza, siempre y cuando estén cubiertos por la misma. Los gastos que cubre la póliza son los siguientes:

- Honorarios de médicos y cirujanos
- Gastos de hospital, clínica o sanatorio
- Sala de operación
- Sala de curaciones
- Medicamentos
- Rayos X
- Transfusiones de sangre
- Aplicaciones de plasma
- Renta de muletas, sillas de ruedas u otros aparatos
- Tratamiento con radio o terapia radioactiva
- Aparatos ortopédicos
- Anestesia y honorarios de anestesia
- Cama extra para un acompañante
- Honorarios de enfermeras
- Análisis de laboratorio

- Consumo de oxígeno y
- Ambulancia terrestre

La cobertura se amplía a partir de la tercera vigencia continua del seguro (la vigencia de la póliza es anual), en casos tales como padecimientos preexistentes, amigdalitis, adenoiditis y tratamientos ginecológicos.

Las edades de aceptación automática para gozar de los beneficios de este seguro, van desde los 30 días de nacidos hasta los 69 años de edad y con renovaciones continuas hasta los 74 años de edad.

El costo de la prima variará en función de la edad y sexo, del factor del coaseguro que el asegurado esté dispuesto a pagar, en la suma asegurada y por la modalidad y tipo de plan que se desee contratar.

Se pretende que el helicóptero-ambulancia forme parte de este servicio teniendo en cuenta que la prima se calcula en base a :

- Costo total de siniestros del año anterior entre el número de asegurados.
- Gastos administrativos
- Comisiones

- Utilidad (5%-10%)

Las compañías aseguradoras calculan el costo de la prima dividiendo el costo total de siniestros del año anterior entre su número de asegurados (por no contar con otros antecedentes en este tipo de seguros); como en este caso no se tienen estos datos, nos basamos en la renta anual calculada en el inciso anterior y tomamos como número de asegurados el mismo de la compañía, suponiendo que todos ellos aceptan la cláusula que otorga el servicio que según datos aportados por la misma fue de 35,000 en 1990. Los gastos administrativos, comisiones y utilidad no varían. Sólo habrá que agregar a sus costos totales el del servicio del helicóptero, porque la frecuencia de lesionados o muertes en carreteras no tiene una correlación con el sexo y la edad. Este incremento se calcula de la siguiente manera:

$$CSH = RA/35,000$$

Donde:

CSH = Costo por el servicio del helicóptero-ambulancia

RA = Renta anual del helicóptero-ambulancia.

Entonces:

$$\text{CSH} = 883,436.40/35,000$$

$$= 25.24204 \text{ dls.}$$

$$= 483,295.34 \text{ m.n.}$$

Según información proporcionada por ASEMEEX, el costo total de la prima está dado por las cantidades que aparecen en las tablas siguientes y se calcula primero, determinado el rango de edad y sexo de la persona interesada en la tabla de TARIFA PIVOTE, después se multiplica esta primera prima por el factor de coaseguro que se desee pagar, por el factor correspondiente a la suma asegurada y deducible y finalmente se multiplica por el factor que corresponde a la modalidad y tipo de plan que se desee pagar.

TARIFA PIVOTE

RANGO DE EDAD	HOMBRE	MUJER
0-19	56,487	56,487
20-24	69,816	82,911
25-29	86,290	113,140
30-34	106,651	146,925
35-39	131,817	184,066
40-44	162,921	224,404
45-49	201,364	267,803
50-54	248,879	314,147
55-59	307,605	363,535
60-64	380,189	415,279
65-69	469,849	469,899
70-74*	580,778	580,778

* Sólo en caso de renovaciones

FACTORES PARA COASEGUROS

COASEGURO	FACTOR
10%	1.000
15%	0.950
20%	0.901
25%	0.850

FACTORES PARA SUMAS ASEGURADAS Y DEDUCIBLES

DEDUCIBLES

S.A.*	100,000	150,000	200,000	250,000	300,000	400,000
10	0.802	0.756	0.723	0.697	0.676	0.643
20	0.924	0.876	0.841	0.814	0.792	0.758
30	1.000	0.950	0.814	0.887	0.864	0.829
40	1.056	1.005	0.969	0.940	0.918	0.881
50	1.100	1.049	1.012	0.983	0.960	0.923
75	1.184	1.131	1.093	1.064	1.040	1.002
100	1.246	1.192	1.153	1.123	1.099	1.060
150	1.337	1.281	1.241	1.210	1.185	1.146
200	1.403	1.346	1.306	1.275	1.249	1.209

S.A.* = Sumas aseguradas en millones de pesos

FACTORES PARA MODALIDAD Y TIPO DE PLAN

MODALIDAD	PLAN BASICO	PLAN AGUILA Y AGUILA ESPECIAL	PLAN AGUILA PLUS
INDIVIDUAL	0.9806	1.5000	NO OPERA
COLECTIVO	0.6537	1.000	3.2241
GRUPO	0.5561	0.8507	1.6966

Las sumas aseguradas se determinan de acuerdo al plan que se escogió de entre los tres que existen:

TIPO DE PLAN	SUMAS ASEGURADAS (MILLONES DE PESOS)	DEDUCIBLES (MILES DE PESOS)	COASEGURO (%)
BASICO Y AGUILA	10, 20, 30, 40, 50	100, 150, 200, 250, 300, 400	10, 15, 20 Y 25
AGUILA ESPECIAL	75, 100, 150 Y 200	200, 250, 300 Y 400	10, 15, 20 Y 25
AGUILA PLUS	50, 75 Y 100	200, 250, 300 Y 400	10, 15, 20 Y 25

El plan básico está establecido como el paquete estandar; el águila es un plan amplio, en el cual el reembolso procede hasta el gasto erogado, siempre y cuando no exceda a la suma asegurada. El águila especial es un plan águila con sumas aseguradas mayores. El águila plus es un plan águila que incluye cobertura en el extranjero (solo para modalidades de grupo y colectivo).

El costo por el uso del helicóptero (\$83,395.43) incrementará únicamente la tabla pivote en cada uno de sus renglones y es ahí donde se aprecia que el aumentar este servicio la prima se incrementa en más de un 100% para los primeros rangos de edad, y aunque en los siguientes rangos

el incremento es menor, este aumento no podría ser bien aceptado por los asegurados y por lo tanto no es accesible el proyecto para la población por esta vía.

Supongamos que una persona de 34 años y sexo masculino desea asegurarse por 75 millones de pesos, con un deducible de \$250,000 y con un coaseguro del 15%. Para un plan águila especial, obtendremos la prima que le corresponde pagar de la siguiente manera:

1. Encontramos los factores que necesitamos:

a) Factor para una suma asegurada de 75 millones combinado con un deducible de \$250,000 = 1.064

b) Factor para el 15% de coaseguro = 0.950

c) Factor para la modalidad individual y plan águila especial = 1.0000

2. Multiplicamos los tres factores anteriores para encontrar el factor aplicable a la tarifa pivote que corresponde:

$$(a)*(b)*(c) = 1.064*0.950*1.0000$$

$$= 1.0108$$

3. Obtenemos la prima (de la tabla pivote) según la edad y sexo de la persona y se multiplica por el factor que se determinó en el punto 2, arrojando así la prima neta:

Prima pivote * Factor = Prima Neta

$$106,651 * 1.0108 = 107,803$$

Si ésta persona desea incluir en su seguro de gastos médicos mayores el servicio de helicóptero-ambulancia, el costo (\$83,295.43) se cargará en la prima pivote:

$$(106,651 + 83,295.43) * 1.0108 = \$191,997.85$$

3.3 ASOCIADO CON EL SERVICIO DE UNIDAD MEDICA MOVIL.

Aunque la ambulancia terrestre y el aérea tienen los mismos objetivos, la primera pretende ser funcional mediante la distribución estratégica de sus unidades en el Distrito Federal y área metropolitana, pero no así en carreteras, dadas las grandes distancias que se recorren aunado al problema de tránsito. El servicio de ambulancia aérea puede suplir éstas deficiencias ofreciendo un servicio complementario a las terrestres.

El radio de operación que ofrecen las ambulancias terrestres en las carreteras es de 50 kms. con centro en la Cd. de México, a diferencia del helicóptero que se ha establecido en 100kms.. Los casos en que se extendería el radio de operación aérea al radio de operación terrestre, se presentarían en forma aislada. Según reporte de la Compañía

Médica Móvil de ambulancias terrestres, se atienden de 9 a 13 servicios al año en carreteras y los traslados generalmente no presentan urgencia.

Cuando la compañía terrestre necesita trasladar a una persona por vía aérea dentro o fuera de su radio de operación, y a petición del usuario, alquila y acondiciona un jet privado como unidad aérea de terapia intensiva, teniendo un costo fijo de \$25,000,000.00. El helicóptero evitaría esta erogación extra al derechohabiente, ofreciendo el mismo servicio y de manera inmediata porque ya tiene instalado el equipo necesario aunque también se extralimitaría al radio de los 100 kms.

La manera en que se asociaría la compañía aérea con la terrestre podría darse de la siguiente manera:

- El helicóptero laborará únicamente con la compañía terrestre.

- Los gastos del helicóptero se agregarán a la cuota que pagan los derechohabientes por concepto de la Unidad Médica Móvil.

- La frecuencia de servicios fuera del área metropolitana, según Unidad Médica Móvil es de 30 servicios al año, lo que modifica la cuota anual por el uso del helicóptero de la siguiente manera:

$$RA = (CVH)(30)(1+PU)$$

Donde:

RA = Renta anual

CHV = Costo por hora de vuelo

PU = Porcentaje de utilidad para la Cía. aérea.

El 30 que aparece en la expresión corresponde al tiempo promedio que tarda el helicóptero en hacer un servicio dentro de su radio de operación (una hora) multiplicado por el número de casos que atendió la Unidad Médica Móvil, considerando que el helicóptero tiene como base el aeropuerto de la Cd. de México o la Cruz Roja Mexicana en Polanco.

Entonces:

$$RA = (\$3,680,985.00) (30) (1.10)$$

$$= \$121,472,505.00 \text{ m.n.}$$

La cuota integrada de servicios queda conformada de la siguiente manera:

$$CD' = CD + RA(1+PU)/ND$$

Donde:

CD' = Cuota por derechohabiente integral

(servicio aéreo y terrestre)

CD = Cuota anual por derechohabiente del servicio
terrestre.

RA = Renta anual del helicóptero

PU = Porcentaje de utilidad de la compañía
terrestre

ND = Número de derechohabientes de la Unidad
Médica Móvil

Según la información proporcionada por Médica Móvil, sabemos que la cuota anual por derechohabiente es de \$570,000.00 y el número de asociados es de aproximadamente 25,500. El porcentaje de utilidad se conserva igual que en todos los casos, en 10%, por lo que el modelo se resuelve así:

$$\begin{aligned} CD' &= \$570,000 + \$121,472,505(1.10)/25,500 \\ &= \$570,000 + \$5,239.99 \\ &= \$575,239.99 \end{aligned}$$

El uso de este servicio causa un deducible de \$50,000.00 y la cobertura del servicio combinando la atención terrestre y la aérea ofrece los siguientes beneficios:

- Atención inmediata
- Consulta médica telefónica
- Consulta de urgencia a domicilio y atención médica prehospitalaria de urgencia
- Traslado a hospitales
- Atención especializada en : Traumatología, Cardiología, Pediatría y Geriatria (urgencia)
- Atención las 24 hs. del día durante los 365 días del año.
- Los tipos de unidades médicas que se ofrecerán son:
 - * Unidad médica de traslado
 - * Unidad médica de urgencia (consulta a domicilio y rápido desplazamiento)
 - * Unidad médica móvil de atención prehospitalaria de urgencia (unidad móvil de terapia intensiva)
 - * Unidad médica aérea (con equipo de terapia intensiva)

Si el helicóptero necesitara hacer un traslado fuera de su radio, el costo aumentará en función de las horas-vuelo ocupadas en hacer el traslado.

Como se aprecia en este caso, la cuota, se incrementa en menos de un 1%, aunque el vehículo estaría subutilizado.

C A P I T U L O I V

IV. PLANTEAMIENTO DEL MODELO FINANCIERO-ACTUARIAL, SI EL SERVICIO SE OFRECE DE MANERA INDEPENDIENTE Y EN FORMA DIRECTA A PARTICULARES.

Como su nombre lo indica, en este capítulo se pretende establecer el servicio del helicóptero-ambulancia de manera directa a particulares. La institución que puede administrar al vehículo puede ser entre otras: la Cruz Roja, el IMSS, Caminos y Puentes Federales de Ingreso y Servicios Conexos o bien la Policía Federal de Caminos y Puertos; independientemente de quien sea la encargada del funcionamiento y organización, el objetivo debe ser el mismo: ofrecer un auxilio médico por vía aérea en las autopistas de cuota.

Una manera de integrar este servicio, podría ser mediante la cuota que se cobra en las casetas, como lo realiza ASEMEX; quien integró un seguro en algunas carreteras del país, con la cobertura de responsabilidad civil, gastos médicos y últimos gastos extensivo a todos los ocupantes del automóvil, camión, trailer, etc.

La cuota promedio que ASEMEX tiene estimada para cada vehículo, es aproximadamente de \$200.00, por lo que la cuota correspondiente al servicio de ambulancia aérea, deberá ser menor.

4.1 ELEMENTOS QUE SE UTILIZARAN EN EL PLANTEAMIENTO DEL MODELO.

Cabe aclarar que este capítulo está respaldado por el capítulo II, en donde se concentra toda la información requerida para nuestro modelo.

Es necesario, recordar dos restricciones importantes del servicio que se va a proporcionar:

- 1) Máximo de horas vuelo mensuales = 60 hs.
- 2) Radio de acción = 100 km.

La cantidad de horas vuelo mensuales requeridas por las 5 autopistas es de 142.20 hs. (el el tiempo promedio de operación diaria T.D.D. por 30 días) lo que indica que se necesitan un mínimo de 3 helicópteros para poder atender la demanda, ya que entre los 3 podrían volar hasta 180 hs. mensuales.

El proyecto podría comenzar con 3 helicópteros como mínimo y en caso de que la prueba tenga éxito, se pretendería que hubiera un helicóptero por cada carretera.

La ubicación de las bases de servicio, podrían establecerse en la primera caseta de cobro de cada autopista pero se tendrán que seleccionar a 3 de ellas, por contar con

ese mismo número de vehículos. Los criterios para establecer las bases serán primordialmente por el índice de siniestralidad (No. de accidentes y frecuencia de lesionados) de cada autopista, aunque también es importante contemplar el aforo vehicular, y como segundo criterio, las distancias entre ellas. Así tenemos que el orden de carreteras por aforo vehicular y número de accidentes es:

CARRETERA	AFORO VEHICULAR	PROMEDIO DE ACCIDENTES	FRECUENCIA DE LESIONADOS
QUERETARO	9,627,735	1010	.450277
TOLUCA	9,168,259	782	.617110
PACHUCA	8,971,662	729	.545642
PUEBLA	6,504,999	677	.475610
CUERNAVACA	7,677,881	545	.535321

NOTA. Todas las cantidades son promedios anuales.

La distancia entre casetas quedaría de la siguiente manera:

	QUERETARO	PUEBLA	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA
QUERETARO	-	65	28	55	90
PUEBLA	65	-	43	47	65
PACHUCA	28	43	-	50	55
CUERNAVACA	55	47	50	-	25
TOLUCA	90	65	55	25	-

La ubicación de la primera caseta en cada carretera, es aproximadamente en:

CARRETERA	KM. UBICACION
QUERETARO	40
PUEBLA	32
PACHUCA	30
CUERNAVACA	28
TOLUCA	35

Con los criterios anteriores, las bases y la atención quedaria en:

BASE	AREA DE ATENCION
QUERETARO	QUERETARO Y PACHUCA
PUEBLA	PUEBLA Y PACHUCA
TOLUCA	TOLUCA Y CUERNAVACA

Se decidió que Pachuca fuera atendida por Queretaro y Puebla, aparte de los criterios ya definidos, también porque se encuentra entre las dos carreteras.

Ya habiendo establecido las bases, ahora retornaremos los datos globales como:

Total de circulación anual para las 5 carreteras:

T.C.A. = 41,950,536

Total de accidentes anuales para las 5 carreteras:

T.A.A. = 3743

Promedio global de lesionados:

P.G.L. = .522078

4.2 PLANTEAMIENTO DEL MODELO

Como se pretende iniciar este proyecto consideraremos que se habrá de cubrir los costos de 180 hs. de vuelo, pero también es necesario estimar los ingresos con esa misma consideración. Si se establece una cuota de \$150.00 por vehículo, que equivale a 4.5 centavos de dólar (un cambio de \$3300.00 pesos aprox.) habrá que estimar una cuota extra para quienes hagan uso del servicio, esto con el fin de mantener la cuota por vehículo en \$150.00. Entonces tenemos

que la cuota de recuperación necesaria (C.R.N.) por 60 hs. de vuelo a 1115.45 dls. la hora será:

$$1115.45(60) = 66927 \text{ dls. al mes}$$

$$66927(12) = 803124 \text{ dls. al año}$$

Entonces:

$$\text{C.R.N.} = 2,409,572 \text{ dls. por los 3 helicópteros}$$

Nuestro modelo de ingresos quedaría establecido de la siguiente manera:

$$\text{C.R.N.} = \text{T.C.A.} (.045 \text{ dls.}) + \text{C.E.} (\text{T.A.A.}) (\text{P.G.L.})$$

Donde:

C.R.N. = Cuota de recuperación anual por los 3 helicópteros.

T.C.A. = Total de circulación anual de las 5 carreteras

C.E. = Cuota extra por servicio

T.A.A. = Total de accidentes anuales

P.G.L. = Promedio global de lesionados

De esta ecuación, nuestra única incógnita a estimar es C.E., así que sustituyendo los valores tenemos:

$$2,409,372 = 41,950,936(.045 \text{ dls.}) + \text{C.E.}(3734)(.522078)$$

$$2,409,372 = 1,887,774.12 + \text{C.E.}(1,954.14)$$

$$521,598/1,954.14 = \text{C.E.}$$

$$266.92 \text{ dls.} = \text{C.E.}$$

$$\$880,843.23 = \text{C.E.}$$

Esto quiere decir que con una cuota de \$150.00 al pasar por la caseta y un pago extra de \$880,843.23, se podrán cubrir las 60 hs. de vuelo de cada uno de los tres helicópteros.

Los ingresos por cada base considerando que el 50% de Pachuca es para la base Querétaro y el otro 50% para la base Puebla será:

BASE QUERETARO (I.B.Q.):

$$\text{I.B.Q.} = 9,627,735(.045 \text{ dls.}) + 266.92 \text{ dls.}(1010)(.450277)$$

$$+ (.50)[8,971,662(.045 \text{ dls.}) + (266.92 \text{ dls.})(729)(.545642)]$$

$$\text{I.B.Q.} = 809,587.07 \text{ dls.}$$

BASE PUEBLA (I.B.P.):

$$\text{I.B.P.} = 6,504,999(.045 \text{ dls.}) + 266.92 \text{ dls.}(677)(.475610)$$

$+(.50)[8,971,662(.045 \text{ dls.}) + 266.92 \text{ dls.}(729)(.545642)]$

I.B.P. = 633,619.16 dls.

BASE TOLUCA (I.B.T.):

$\text{I.B.T.} = 9,168,259(.045 \text{ DLS.}) + 266.92(782)(.617110)$

$+ 7,677,881(.054 \text{ DLS.}) + 266.92(545)(.575371)$

I.B.T. = 964,760.45 dls.

Entonces:

C.R.N. es aproximadamente I.B.Q. + I.B.P. + I.B.T.

C.R.N. = 2,407,966.68 dls.

La suma de los ingresos de las tres bases es de 2,407,966.68 dls.

La diferencia es de 1,405.32 dls., aproximadamente de \$4,637,556.00, sin embargo lo tenemos estimado para 180 hs. y en realidad se utilizarán 142.20 hs. en promedio por lo que esta diferencia no es muy significativa.

4.3 DESARROLLO Y APLICACION DEL MODELO.

La obtención del modelo que se describió en el apartado anterior, es en realidad una fórmula que explica la manera en que se obtendrán los recursos, ésto es un modelo de ingresos que permite visualizar de manera sencilla el comportamiento de las variables de ingresos y egresos.

Sin embargo, es conveniente observar año con año como quedaría conformado un estado de resultados del proyecto.

Las consideraciones para poder establecer el estado de resultados serán las siguientes:

CAPITAL A INVERTIR = 1,332,000.00 dls.
(valor del helicóptero)

PLAZO DEL CREDITO = 5 años

INTERES ANUAL = 2% sobre capital

DEPRECIACION = 5 años

INFLACION ANUAL = 3.5%

El costo del helicóptero no interviene en el estado de resultados por ser inversión inicial. Sin embargo hay que aclarar que el capital se amortizará en 5 años (266,400 dls. al año), el interés anual será del 2% sobre el capital total del helicóptero. La depreciación contable será a 5 años,

por el tipo de servicio del vehículo. Sin embargo puede ser que el helicóptero sirva por 10 años con un adecuado mantenimiento. La inflación, se obtuvo como promedio de la que se presenta en E.U. porque todos nuestros costos están calculados en dólares.

A continuación se presentan 5 estados de resultados, uno de manera estándar donde se manejan las 60 hs. de vuelo del helicóptero, otros tres por cada base considerando los ingresos de cada una y la última de las 3 bases con 60 hs. de vuelo en cada una.

Se manejan también los flujos de efectivo, que representan el comportamiento de los ingresos y gastos, con repercusiones en los años posteriores.

114

MELICOPTERO-AMBULANCIA
ESTADO DE RESULTADOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE 10 AÑOS
CONSIDERANDO EL PRIMER AÑO DESDE EL MOMENTO DE LA INVERSION
(EN DOLARES)

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS										
Cuota de recuperación 1115.45 ds. la hora por 60 hs. al mes, los años subsiguientes son por porcentaje de infla- ción.	803,124	821,233	860,327	890,438	921,603	953,859	987,244	1,021,798	1,057,561	1,094,576
gastos										
COSTO DIRECTO DE OPERACION	294,724	294,689	305,003	315,679	326,727	338,163	349,998	362,248	374,927	388,050
Mantenimiento de motores	81,648	84,506	87,463	90,525	93,693	96,972	100,366	103,879	107,515	111,278
Planoador	49,025	50,741	52,517	54,355	56,257	58,226	60,264	62,373	64,557	66,816
Componentes aerodinámicos	81,727	84,587	87,548	90,612	93,784	97,066	100,463	103,980	107,619	111,380
Instrumentos de vuelo	21,701	22,461	23,247	24,060	24,902	25,774	26,676	27,610	28,576	29,576
Combustibles y aceites	50,623	52,395	54,229	56,127	58,091	60,124	62,229	64,407	66,661	68,994
UTILIDAD DE OPERACION	518,400	526,544	555,323	574,759	594,676	615,697	637,246	659,550	682,634	706,526
GASTOS DE SERVICIO	545,040	549,860	558,989	568,437	578,216	589,297	309,772	320,614	331,836	343,450
Depreciación	266,400	266,400	266,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
Intereses	26,640	22,640	22,640	22,640	22,640	0	0	0	0	0
Administrativos	21,000	21,735	22,496	23,283	24,098	24,941	25,814	26,718	27,653	28,621
tripulación y aldicos	122,400	126,684	131,118	135,707	140,457	145,373	150,461	155,727	161,177	166,817
Mantenimiento de línea	24,000	24,840	25,709	26,609	27,541	28,504	29,502	30,535	31,603	32,710
Seguro de casco	60,000	62,100	64,273	66,522	68,851	71,261	73,755	76,337	79,009	81,774
Renta de anqar	9,600	9,936	10,284	10,644	11,016	11,402	11,801	12,214	12,641	13,084
Imprevistos	15,000	15,575	16,068	16,531	17,013	17,515	18,039	19,081	19,752	20,443
PERDIDA O UTILIDAD DEL PROYECTO	(26,640)	(13,316)	(3,666)	6,322	16,660	316,400	327,474	338,925	350,795	363,076

HELICOPTERO-AMBULANCIA
FLUJO DE EFECTIVO
EN DOLARES:

	Mes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas por cuota de recuperación	803,124	851,233	869,122	890,438	921,602	951,959	987,244	1,021,718	1,057,581	1,094,575
Sobrante o faltante del año anterior	0	(26,640)	(42,956)	(51,622)	(49,299)	(36,639)	279,761	607,234	946,159	1,296,967
TOTAL DE ENTRADAS	803,124	804,593	816,171	838,816	872,304	917,220	1,267,005	1,629,052	2,003,739	2,391,543
Salidas por:										
Costos directos	284,724	294,689	305,003	315,679	326,727	338,163	349,999	362,248	374,927	388,050
Gastos de servicios	278,640	287,450	296,589	306,037	315,816	299,297	309,772	320,614	331,826	343,450
Pago de capital invertido (helicoptero)	266,400	266,400	266,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
TOTAL DE SALIDAS	829,764	848,549	867,992	888,115	908,943	637,460	659,771	682,863	706,753	731,500
FALTANTE O SOBRAANTE	(26,640)	(42,956)	(51,822)	(49,299)	(36,639)	279,761	607,234	946,159	1,296,967	1,660,043

HELICOPTERO-AMBULANCIA
 ESTADO DE RESULTADOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE 10 AÑOS
 CONSIDERANDO EL PRIMER AÑO DESDE EL MOMENTO DE LA IMERSIÓN
 (EN DOLARES)
 BASE QUERETARO

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS										
Cuota de recuperación por caseta de cobro (0.045 dls por vehículo)	809,587	837,923	867,250	897,604	929,020	961,533	995,189	1,030,021	1,066,071	1,103,384
menos										
COSTO DIRECTO DE OPERACION	264,724	294,689	305,003	315,679	326,727	338,163	349,998	362,248	374,927	388,050
Mantenimiento de motores	81,548	84,506	87,463	90,525	93,693	96,972	100,366	103,879	107,515	111,278
Planeador	49,025	50,741	52,517	54,355	56,257	58,228	60,264	62,373	64,557	66,816
Componentes aerodinámicos	81,727	84,587	87,548	90,612	93,784	97,066	100,463	103,980	107,619	111,386
Instrumentos de vuelo	21,701	22,461	23,247	24,060	24,902	25,774	26,676	27,610	28,576	29,574
Combustibles y aceites	50,623	52,395	54,229	56,127	58,091	60,124	62,229	64,407	66,661	68,994
UTILIDAD DE OPERACION	524,863	543,233	562,246	581,925	602,292	623,373	645,191	667,772	691,144	715,334
GASTOS DE SERVICIO										
Depreciación	266,400	266,400	266,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
Intereses	26,640	26,640	26,640	26,640	26,640	0	0	0	0	0
Administrativos	21,000	21,725	22,496	23,283	24,098	24,941	25,814	26,718	27,653	28,621
Tripulación y aldicos	122,400	126,684	131,118	135,707	140,457	145,373	150,461	155,727	161,177	166,819
Mantenimiento de línea	24,000	24,840	25,709	26,609	27,541	28,504	29,502	30,533	31,603	32,710
Seguro de casco	60,000	62,100	64,273	66,523	68,851	71,261	73,755	76,337	79,009	81,774
Renta de angor	9,600	9,926	10,264	10,614	11,016	11,402	11,801	12,214	12,641	13,084
Impuestos	15,000	15,525	16,068	16,631	17,213	17,815	18,439	19,084	19,752	20,443
PERDIDA O UTILIDAD DEL PROYECTO	(20,177)	(10,627)	(742)	9,488	20,077	324,076	335,418	347,158	359,308	371,884

HELICOPTERO-REBALANZIA
FLUJO DE EFECTIVO
(EN DOLARES)
BASE QUERETARO

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas por cuota de recuperación	899,587	837,923	867,250	897,804	929,020	981,523	995,189	1,029,021	1,066,071	1,103,384
Sobrante o faltante del año anterior	0	(20,177)	(30,894)	(31,546)	(22,058)	(1,981)	322,094	657,512	1,004,670	1,363,979
TOTAL DE ENTRADAS	899,587	817,746	836,446	866,257	906,962	979,542	1,317,283	1,687,533	2,070,742	2,467,363
Salidas por:										
Costos directos	784,724	794,689	305,003	315,679	326,727	338,163	349,998	362,248	374,927	388,050
Gastos de servicios	178,640	287,460	296,589	306,037	315,816	299,297	309,772	320,614	331,836	343,450
Pago de capital invertido (helicóptero)	266,400	266,400	266,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
TOTAL DE SALIDAS	829,764	848,549	867,992	888,115	908,943	637,460	659,771	682,863	706,763	731,500
FALTANTE O SOBRIANTE	(20,177)	(30,804)	(31,546)	(22,058)	(1,981)	322,094	657,512	1,004,670	1,363,979	1,735,863

HELICOPTERO-AMBULANCIA
 ESTADO DE RESULTADOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE 10 AÑOS
 CONSIDERANDO EL PRIMER AÑO DESDE EL MOMENTO DE LA INVERSIÓN
 (EN DÓLARES)
 BASE PUEBLA

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS										
Costa de recuperación por casaca de cobro (0.045 dls por vehículo)	633,619	655,796	678,749	702,565	727,092	752,541	778,880	806,140	834,355	863,558
menos										
COSTO DIRECTO DE OPERACION	284,724	294,689	305,003	315,679	326,727	338,163	349,998	362,288	374,927	388,680
Mantenimiento de motores	81,648	84,506	87,463	90,525	93,693	96,972	100,366	103,879	107,515	111,278
Planeador	49,025	50,741	52,517	54,355	56,257	58,226	60,264	62,373	64,557	66,816
Componentes aerodinámicos	81,727	84,887	87,548	90,612	93,784	97,066	100,463	103,980	107,619	111,386
Instrumentos de vuelo	21,701	22,461	23,247	24,060	24,902	25,774	26,676	27,610	28,576	29,576
Combustibles y aceites	50,623	52,395	54,229	56,127	58,091	60,124	62,229	64,407	66,661	68,994
UTILIDAD DE OPERACION	348,895	361,106	373,745	386,826	400,365	414,378	428,881	443,892	459,428	475,508
GASTOS DE SERVICIO										
Depreciación	266,400	266,400	266,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
Intereses	26,640	26,640	26,640	26,640	26,640	0	0	0	0	0
Administrativos	21,000	21,735	22,496	23,283	24,098	24,941	25,814	26,718	27,653	28,621
Tripulación y médicos	122,400	126,684	131,118	135,707	140,457	145,373	150,461	155,727	161,177	166,819
Mantenimiento de línea	24,000	24,640	25,309	26,009	27,541	28,504	29,502	30,535	31,603	32,710
Seguro de casco	60,000	62,100	64,273	66,523	68,851	71,261	73,755	76,337	79,009	81,774
Renta de angor	9,600	9,936	10,284	10,644	11,016	11,402	11,801	12,214	12,641	13,084
Impuestos	15,000	15,529	16,068	16,621	17,213	17,815	18,439	19,084	19,752	20,443
PERDIDA O UTILIDAD DEL PROYECTO	(196,145)	(192,754)	(189,244)	(185,611)	(181,851)	115,081	119,109	123,277	127,592	132,058

HELICOPTERO-PRULANCIA
 FLUJO DE EFECTIVO
 (EN DOLARES)
 BASE PUERTA

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas por cuota de recuperación	633,619	655,796	678,749	702,500	727,092	752,541	778,980	806,140	834,325	863,558
Sobrante o faltante del año anterior	0	(196,145)	(388,899)	(578,142)	(763,753)	(945,604)	(830,523)	(711,414)	(588,137)	(460,345)
TOTAL DE ENTRADAS	633,619	459,651	289,850	124,362	(36,661)	(193,063)	(51,643)	94,726	246,218	403,213
Salidas por:										
Costos directos	284,724	294,689	305,063	315,679	326,727	338,163	349,998	362,248	374,927	388,050
Gastos de servicios	278,640	287,460	296,589	306,037	315,816	299,297	309,772	320,614	331,836	343,450
Pago de capital invertido (helicóptero)	266,400	266,400	266,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
TOTAL DE SALIDAS	829,764	848,549	867,992	888,115	908,943	637,460	659,771	682,863	706,763	731,500
FALTANTE O SOBRIANTE	(196,145)	(388,899)	(578,142)	(763,753)	(945,604)	(830,523)	(711,414)	(588,137)	(460,345)	(328,487)

HELICÓPTERO-APULANCA
ESTADO DE PESAJEROS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE 10 AÑOS
CONSIDERANDO EL PRIMER AÑO DESDE EL MOMENTO DE LA INVERSIÓN
(EN DÓLARES)
BASE TOLUCA

AÑO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS										
Cuota de recuperación por caseta de cobro (0.043 día por vehículo)	964,760	998,527	1,033,475	1,069,647	1,107,064	1,145,832	1,185,936	1,227,444	1,270,405	1,314,869
menos										
COSTO DIRECTO DE OPERACION	284,724	294,689	305,003	315,679	326,727	338,163	349,998	362,248	374,927	388,050
Mantenimiento de motores	61,648	64,506	67,463	70,525	73,693	76,972	100,366	103,879	107,515	111,278
Planeador	49,925	50,741	52,517	54,355	56,257	58,228	60,264	62,373	64,557	66,816
Componentes aerodinámicos	81,727	84,587	87,548	90,612	93,784	97,066	100,463	103,980	107,619	111,386
Instrumentos de vuelo	21,701	22,461	23,247	24,066	24,902	25,774	26,676	27,610	28,576	29,576
Combustibles y aceites	50,623	52,375	54,229	56,127	58,091	60,124	62,229	64,407	66,661	68,994
UTILIDAD DE OPERACION	680,036	703,837	728,472	753,968	780,337	807,669	835,938	865,196	895,478	926,819
GASTOS DE SERVICIO	545,040	553,860	562,909	572,437	582,216	592,297	597,772	603,614	609,836	616,450
Depreciación	264,400	266,400	268,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
Intereses	26,640	26,640	26,640	26,640	26,640	0	0	0	0	0
Administrativos	21,000	21,735	22,496	23,283	24,098	24,941	25,814	26,718	27,653	28,621
tripulación y aldicos	122,400	126,684	131,118	135,707	140,457	145,373	150,441	155,777	161,377	168,819
Mantenimiento de líneas	24,000	24,840	25,709	26,609	27,541	28,504	29,507	30,535	31,603	32,710
Seguro de casco	60,000	62,100	64,273	66,523	68,851	71,261	73,753	76,337	79,009	81,774
Renta de inopir	9,400	9,936	10,284	10,644	11,016	11,402	11,801	12,214	12,641	13,084
Impuestos	15,000	15,525	16,048	16,631	17,215	17,815	18,435	19,084	19,752	20,443
PERDIDA O UTILIDAD DEL PROYECTO	134,996	149,977	165,463	181,531	198,141	206,372	226,166	244,581	263,642	283,369

HELICOPTERO-ERPLANCIA
 FLUJO DE EFECTIVO
 (EN DOLARES)
 BASE TOLUCA

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas por cuota de recuperación	964,760	999,527	1,023,475	1,069,647	1,107,084	1,145,822	1,185,926	1,227,444	1,270,405	1,314,869
Sobrante o faltante del año anterior	0	124,996	281,965	450,421	631,926	830,641	1,338,377	1,864,505	2,409,047	2,972,648
TOTAL DE ENTRADAS	964,760	1,124,523	1,305,440	1,520,067	1,739,010	1,976,463	2,524,303	3,091,949	3,679,452	4,287,517
Salidas por:										
Costos directos	284,724	294,689	319,603	315,679	326,727	328,163	349,998	362,248	374,927	388,050
Gastos de servicios	278,649	287,468	276,806	306,063	315,051	299,334	309,810	220,654	331,877	342,492
Pago de capital invertido (helicóptero)	266,409	266,400	266,400	266,400	266,400	0	0	0	0	0
TOTAL DE SALIDAS	829,782	848,557	862,809	888,142	908,179	633,497	659,808	582,902	706,804	731,542
FALTANTE O SOBRENTE	134,978	275,966	442,631	631,926	830,831	1,338,377	1,864,505	2,409,047	2,972,648	3,555,975

HELICOPTERO-AMBULANCIA
ESTADO DE RESULTADOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE 10 AÑOS
CONSIDERANDO EL PRIMER AÑO DESDE EL MOMENTO DE LA INVERSIÓN
(EN DOLARES)
LAS TRES SIGUIENTES

AÑO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS										
Cuota de recuperación 1115.45 ds. la hora por 60 hs. al mes, los años subsiguientes son por porcentaje de infla- ción.	2,409,372	2,493,700	2,580,980	2,671,314	2,764,810	2,861,578	2,961,733	3,065,394	3,172,483	3,283,727
menos										
COSTO DIRECTO DE OPERACION	854,172	884,068	915,010	947,036	980,182	1,014,488	1,049,995	1,086,745	1,124,781	1,164,149
Mantenimiento de motores	244,944	253,517	262,390	271,574	281,079	290,917	301,099	311,637	322,544	333,834
Planteador	147,075	152,223	157,550	163,065	168,772	174,679	180,793	187,120	193,670	200,448
Componentes aerodinámicos	245,181	253,762	262,644	271,837	281,351	291,198	301,390	311,939	322,857	334,157
Instrumentos de vuelo	65,103	67,382	69,740	72,181	74,707	77,322	80,028	82,829	85,728	88,729
Combustibles y aceites	151,869	157,184	162,686	168,380	174,273	180,373	186,686	193,220	199,992	206,962
UTILIDAD DE OPERACION	1,555,200	1,609,632	1,665,969	1,724,278	1,784,628	1,847,090	1,911,738	1,978,649	2,047,901	2,119,578
GASTOS DE SERVICIO	1,623,136	1,661,599	1,688,955	1,717,321	1,746,666	877,912	929,339	961,866	995,531	1,030,375
Depreciación	799,200	799,200	799,200	799,200	799,200	0	0	0	0	0
Intereses	79,920	79,920	79,920	79,920	79,920	0	0	0	0	0
Administrativos	63,000	65,205	67,487	69,849	72,294	74,824	77,443	80,154	82,959	85,863
Transportación y aldiacos	267,200	280,052	292,254	304,721	317,470	330,518	343,963	357,804	372,049	386,706
Mantenimiento de líneas	72,000	74,529	77,128	79,808	82,572	85,413	88,336	91,344	94,440	97,629
Seguro de casco	180,000	184,300	188,621	192,968	197,344	201,748	206,188	210,664	215,176	219,724
Renta de Hangar	28,800	29,608	30,431	31,271	32,128	33,003	33,895	34,804	35,730	36,674
Imprevistos	45,018	46,594	48,224	49,912	51,659	53,467	55,339	57,275	59,280	61,355
PERDIDA O UTILIDAD DEL PROYECTO	(79,932)	(51,967)	(23,016)	6,547	37,960	949,178	982,399	1,016,783	1,052,370	1,089,203

HELICOPTERO-OBRA/MC/IA
FLUJO DE EFECTIVO
EN DOLÁRES)
LAS TRES BASES

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas por cuota de recuperación	2,409,272	2,493,700	2,580,989	2,671,314	2,764,810	2,861,578	2,961,733	3,065,374	3,172,683	3,283,727
Sobrante o faltante del año anterior	0	(79,920)	(131,868)	(154,865)	(147,898)	(109,917)	839,282	1,821,702	2,838,508	3,890,902
TOTAL DE ENTRADAS	2,409,272	2,413,780	2,449,121	2,516,449	2,616,912	2,751,661	3,801,015	4,887,077	6,011,191	7,174,629
Salidas por:										
Costos directos	854,172	884,068	915,010	947,036	980,182	1,014,488	1,049,995	1,086,745	1,124,781	1,164,149
Gastos de servicios	835,920	862,380	889,766	918,111	947,447	877,891	929,317	961,843	995,598	1,020,250
Pago de capital invertido (helicóptero)	799,200	799,200	799,200	799,200	799,200	0	0	0	0	0
TOTAL DE SALIDAS	2,489,292	2,545,648	2,603,977	2,664,346	2,726,829	1,912,379	1,979,313	2,048,588	2,120,380	2,194,499
FALTANTE O SOBRAANTE	(79,920)	(131,868)	(154,865)	(147,898)	(109,917)	839,282	1,821,702	2,838,508	3,890,902	4,980,129

Como puede observarse de los flujos de efectivo, sin invertir el capital del ejercicio, al final de 10 años se tendría el capital necesario para adquirir otro vehículo en el caso del modelo estándar; para los modelos con ingresos en cada base, en la base de Puebla se presenta una pérdida de 328,487 dls. pero se ve compensada por los ingresos en la base Querétaro y Toluca que suman al final de los 10 años 5,291,838 dls. Por último el modelo estándar con 3 bases nos da un saldo de 4,980,129 dls. Es importante hacer notar que aunque en la vida contable del helicóptero existen pérdidas (debido a la amortización del capital), la vida real, permite captar ingresos considerables, que con una adecuada inversión permitan mantener en buen funcionamiento el servicio.

Un buen parámetro que se utiliza en la evaluación de proyectos es la Tasa Interna de Retorno (TIR), nos indica el interés que ganará el proyecto de tal manera que el valor presente neto sea igual a cero. Así se tiene que para los diez años en el modelo estándar la TIR es del 75.32%, en la base Querétaro del 92.11%, pero en la base Puebla no se puede obtener debido a que los flujos de efectivo son negativos, para la base Toluca, el ingreso es tan grande que la TIR es superior al 1000%.

Con estos resultados y considerando el beneficio social que proporciona el helicóptero-ambulancia, se considera que esta alternativa para el proyecto, es viable.

C O N C L U S I O N E S

CONCLUSIONES

Como parte de la modernización de las carreteras, de los transportes y fundamentalmente de la atención médica, la protección al transitarlas se vería complementada por el servicio de un helicóptero-ambulancia. Una adecuada administración de los gastos descritos en este trabajo, permitirían un buen funcionamiento operativo y financiero del vehículo. Es lamentable saber que el Instituto Mexicano del Seguro Social, cuenta con una flotilla de helicópteros-ambulancia sin operar porque la mala planeación de los recursos no permitió un mantenimiento oportuno y permanente a las unidades, y llevó al fracaso el proyecto que por otra parte, únicamente estaba orientado al traslado de enfermos entre sus unidades hospitalarias. Actualmente solo la Policía Federal de Caminos y Puertos tiene un servicio como el que se propone en este trabajo, destinado a auxiliar a los accidentados en carretera, sin embargo como no cuentan con el personal médico adecuado, no posee la autoridad para trasladar a los lesionados.

Nuestra propuesta de mantener un cuerpo médico como parte de la tripulación del vehículo permitiría atender a la población que circula por las cinco carreteras comprendidas en este estudio y que por lo mismo está expuesta a sufrir accidentes; si bien, y de acuerdo al análisis de las

estadísticas. la demanda de este servicio justifica la necesidad de que opere más de un helicóptero. Cabe aclarar que el número de personas que se pretende atender se incrementa senciblemente al considerar no solo lesionados en accidentes automovilísticos, sino también a personas enfermas que sufren alguna crisis en carretera. El número de salidas de ambulancia que registra Caminos y Puentes Federales de Ingreso (4,500 anuales aprox.) incluye el auxilio tanto a accidentados como a enfermos.

Como se analizó, la opción de que el helicóptero sea manejado por un hospital, una aseguradora o una compañía de ambulancias terrestres, restringe el número de beneficiarios del servicio de acuerdo a las condiciones de operación de cada institución, no necesariamente será de interés para todos los derechohabientes a los servicios de este tipo, y al menos en los dos primeros casos, resulta bastante honeroso. Para atender a la población total que muestran las estadísticas recomendamos contar con un mínimo de tres vehículos ubicados estratégicamente de acuerdo a las distancias por recorrer y demanda de cada carretera. La obtención de ingresos necesarios para hacer viable el proyecto es eficaz si se realiza a través de la cuota, de esta manera se asegura la cobertura a todo aquel que circule por ella. La administración puede ser asignada a cualquier institución capaz de asumir la responsabilidad.

Consideramos que este trabajo propone el soporte técnico-financiero para el funcionamiento del proyecto de un helicóptero-ambulancia, solo se requiere profundizar en detalles como los permisos y cuestiones técnicas del vehículo que salen del marco de esta tesis.

A N E X O A

CAUSAS DETERMINANTES DE ACCIDENTES

ATA

	1965	1966	1967	1968	1969	1970
CONDUCTOR:						
EXCESO DE VELOCIDAD	3337	3296	3374	3426	3636	3634
REBASE INDEBIDO	1234	797	792	772	1367	899
INVASION CARRIL CONTRARIO	8267	8059	7402	9802	9804	3962
NO GUARDO DISTANCIA	4821	4353	4184	4226	4736	4212
ESTADO ALCOHOLICO	1423	1365	1411	2264	1524	2326
BAJO EFECTO DE DROGAS	86	48	88	51	84	17
DORMIR	743	864	786	843	867	867
DESUMBRAMIENTO	110	96	76	83	56	89
EXCESO DE DIMENSIONES	88	78	79	103	100	119
SOBRECARGO O SOBRECARGA	170	196	183	207	236	243
MAL ESTACIONADO SIN LUCES	777	782	720	848	536	522
NO RESPETO SEÑALAMIENTO	1766	1761	1818	2364	3424	3534
TOTAL	52777	51297	50716	53636	56676	55292

CLASIFICACION:

INTERRUPCION DE MANEJO	1220	1282	992	1250	1077	952
DEFECTO DEL CAMINO	472	272	805	290	352	252
FALTA DE SEÑALES	262	196	222	290	260	296
OTRAS	1076	935	929	1286	1464	1506
TOTAL	2677	2585	2748	2916	3159	3006

AGENTE NATURAL:

LUBIA	4321	4446	4396	4862	5277	5174
NEBLINA	506	1006	796	564	346	412
NEVE O GRANIZO	82	147	196	127	46	96
TOTAL	5416	5598	5323	5667	5711	5682

FALLA DEL FERROCARRIL:

PLANTAS	2367	2636	2272	2362	2307	2262
FRENOS	736	596	782	796	987	714
DIRECCION	856	978	827	977	1076	967
SUSPENSION	290	336	342	295	306	292
LUCES	267	264	256	332	273	284
EJES	369	370	383	304	334	272
TRANSMISION	155	149	129	181	108	137
MOTOR	241	210	216	226	305	262
TOTAL	5323	5782	5183	5973	5336	5241

CLASIFICACION DEL ACCIDENTE:

PUBLICO FEDERAL	11254	11808	11212	11089	10820	10721
PUBLICO ESTATAL	2680	4051	3816	3808	3862	3884
PARTICULAR	65346	54136	54010	57780	60887	60878
OFICIAL	2361	2740	2001	1882	1880	1384
TOTAL	71621	72632	71039	74469	78029	76255

A N E X O B

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

SERVICIO DEL VEHICULO

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
PUBLICO FEDERAL	112	26	99	314	190	741	13.31%
PUBLICO ESTATAL	90	30	75	88	57	340	6.11%
PARTICULAR	825	635	1047	968	949	4424	79.48%
OFICIAL	10	8	14	13	18	61	1.10%
TOTAL	1037	699	1235	1363	1212	5566	100.00%
PC	18.63%	12.58%	22.19%	24.85%	21.78%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
 PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

SEXO DEL CONDUCTOR

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
HOMBRE	834	519	1083	1207	1032	4675	96.75%
MUJER	30	41	40	20	28	157	3.25%
TOTAL	864	560	1123	1227	1058	4832	100.00%
PC	17.88%	11.59%	23.24%	25.38%	21.90%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
 PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

CLASIFICACION DEL ACCIDENTE

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
SALIDA DEL CAMINO	190	151	179	194	194	908	23.20%
VOLCADURA	19	18	42	59	41	179	4.57%
INCENDIO	3	2	2	34	5	48	1.18%
COLISION VEHICULO EN TRANSITO	407	255	387	410	501	1960	50.09%
COLISION VEHICULO ESTACIONADO	6	11	18	24	3	62	1.58%
OTROS	75	90	114	254	225	758	19.37%
TOTAL	700	527	742	975	989	3913	100.00%
PC	17.88%	13.47%	18.96%	24.92%	24.76%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
 PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

SALDO DE ACCIDENTES: LESIONADOS

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
CONDUCTORES	105	98	145	103	98	547	26.04%
PASAJEROS	294	172	403	190	308	1387	65.06%
PEATONES	40	9	32	67	39	187	8.90%
TOTAL	439	279	580	360	443	2101	100.00%
PC	20.89%	13.28%	27.61%	17.13%	21.09%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
 PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

SALDO DE ACCIDENTES: MUERTOS

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
CONDUCTORES	18	9	15	30	8	80	24.77%
PASAJEROS	20	7	38	24	20	109	33.75%
PEATONES	40	21	18	8	47	134	41.48%
TOTAL	78	37	71	62	75	323	100.00%
PC	24.15%	11.46%	21.98%	19.20%	23.22%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
 PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

CONCENTRADO DE CAUSAS PROBABLES

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
CONDUCTOR	1081	547	723	739	720	3810	82.17%
CAMINO	1	5	8	16	8	38	0.92%
AGENTES NATURALES	48	103	172	51	62	436	9.40%
FALLA DEL VEHICULO	48	48	50	104	103	353	7.61%
TOTAL	1178	703	953	910	893	4637	100.00%
PC	25.40%	15.16%	20.55%	19.62%	19.26%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION

PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

CAUSA DEL ACCIDENTE: AGENTES NATURALES

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
LLUVIA	0	0	0	8	7	15	68.18%
NEBLINA	1	2	4	0	0	7	31.82%
NIEVE O GRANIZO	0	0	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	1	2	4	8	7	22	100.00%
PC	4.55%	9.09%	18.18%	36.36%	31.82%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
 PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

CAUSA DEL ACCIDENTE: CAMINO

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
IRRUPCION DEL GANADO	0	0	0	8	7	15	39.47%
DESPERFECTO DEL CAMINO	1	2	4	0	0	7	18.42%
FALTA DE SEÑALES	0	0	0	0	0	0	0.00%
OTRAS	0	3	4	8	1	16	42.11%
TOTAL	1	5	8	16	8	38	100.00%
PC	2.36%	13.16%	21.05%	42.11%	21.05%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES 1989
CAUSA DEL ACCIDENTE: CONDUCTOR

DESCRIPCION	CARRETERA					
	PAQUENA GUAYMARCA	BOUCA GUERRANO	PURINA	TOTAL	(%)	
EXCESO DE VELOCIDAD	801	585	417	407	556	2078
RENDE PERDIDO	20	17	17	21	17	104
REVAO CABLE CONTORNO	88	47	177	28	30	346
NO BANDO DESTIEN	107	65	106	91	35	447
ESTADO ALCOHOLADO	28	23	27	18	32	118
BAND ESTIEN DE BANDA	0	1	0	1	0	2
CONTRIA	8	3	2	17	4	30
DESMORFADO	0	1	0	1	0	2
EXCESO DE PESADO	4	2	0	8	0	14
REVAO O BANDO	7	0	8	20	4	38
NO ESTIENADO EN LINDA	2	1	0	11	4	25
NO BANDO DESTIEN	15	8	14	7	21	88
TOTAL	1081	547	721	738	770	3810
	28.37%	14.88%	18.88%	18.87%	19.99%	100.00%

NO = GENERAL POR CATEGORIA
OC = LOCAL POR CATEGORIA

ESTADISTICAS DE ACCIDENTES 1989

CAUSA DEL ACCIDENTE: FALLA DEL VEHICULO

DESCRIPCION	CARRETERA					TOTAL	PD
	PACHUCA	CUERNAVACA	TOLUCA	QUERETARO	PUEBLA		
LLANTAS	25	28	19	38	31	141	39.94%
FRENOS	6	8	12	19	22	67	18.88%
DIRECCION	8	3	9	17	19	56	15.88%
SUSPENSION	2	3	2	7	8	22	6.23%
LUCES	2	0	0	6	1	9	2.55%
EJES	4	2	4	7	8	23	6.52%
TRANSMISION	0	0	2	2	6	10	2.83%
MOTOR	1	4	2	8	10	25	7.06%
TOTAL	48	48	50	104	103	353	100.00%
PC	13.80%	13.80%	14.18%	29.46%	29.18%	100.00%	

PD = PORCENTAJE POR DESCRIPCION
PC = PORCENTAJE POR CARRETERA

AFORO VEHICULAR 1989

PACHUCA

MES	TIPO DE VEHICULO			
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	C-2-9,VNC	TOTAL
ENERO	69786	9280	2437	81103
FEBRERO	61865	8460	2266	72591
MARZO	65673	8850	2279	76802
ABRIL	69220	9070	2370	80660
MAYO	66600	8100	2493	77193
JUNIO	59191	8673	2011	70075
JULIO	66200	8967	2700	77867
AGOSTO	62190	8606	2077	72873
SEPTIEMBRE	62707	8945	2690	74342
OCTUBRE	56146	8300	3200	67646
NOVIEMBRE	54022	8617	2510	65149
DICIEMBRE	50702	7800	2600	61102
TOTAL	255247	103052	21030	379329
PROMEDIO MENSUAL	69410	8507	2620	74114
PROMEDIO DIARIO	2090	2063	804	24727

C-2-9,VNC - CAMIONES DE 2 A 9 EJE Y VEHICULOS NO CLASIFICADOS

AFORO VEHICULAR 1989

CUERNAVACA

MES	TIPO DE VEHICULO			
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	C-2-9-VNC	TOTAL
ENERO	506301	31430	45349	665080
FEBRERO	480793	35101	42911	660805
MARZO	657740	43267	47321	748328
ABRIL	530856	39584	46061	621661
MAYO	564566	38970	47270	641806
JUNIO	486329	36621	46126	669076
JULIO	530827	40042	50105	641974
AGOSTO	509295	39977	52994	682266
SEPTIEMBRE	463973	29007	43174	536154
OCTUBRE	526029	25674	46300	698003
NOVIEMBRE	547027	29407	43007	619441
DECIEMBRE	502017	29540	47004	655561
TOTAL	6508523	409776	554060	7562359
PROMEDIO MENSUAL	542410	34148	46200	629434
PROMEDIO DIARIO	10002	1130	1541	20933

C-2-9-VNC = CAMIONES DE 2 A 9 EJES Y VEHICULOS NO CLASIFICADOS

AFORO VEHICULAR 1989

TOLUCA

MES	TIPO DE VEHICULO			TOTAL
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	C-2-9-VNC	
ENERO	471625	74032	214643	760300
FEBRERO	429969	68222	195685	693876
MARZO	467460	74171	212747	754378
ABRIL	434185	68801	197531	700599
MAYO	443466	70206	201372	714044
JUNO	416632	70866	203258	720756
JULIO	488200	77478	222226	787904
AGOSTO	499953	78337	224322	794612
SEPTIEMBRE	443466	70206	201372	714044
OCTUBRE	471625	74032	214643	761100
NOVIEMBRE	494122	76815	220330	791267
DICIEMBRE	504189	84746	243001	851936
TOTAL	5680390	888392	2551070	9045812
PROMEDIO MENSUAL	467113	74116	212589	753818
PROMEDIO DIARIO	15520	2471	7086	25127

C-2-9-VNC - CAMIONES DE 2 A 9 TONELADAS Y VEHICULOS NO CLASIFICADOS

AFORO VEHICULAR 1989

QUERETARO

MES	TIPO DE VEHICULO			
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	C 2-9 VNC	TOTAL
ENERO	11129	0007	22906	82411
FEBRERO	12076	7119	21179	70374
MARZO	12779	0076	22236	80791
ABRIL	10200	7540	22199	70439
MAYO	09602	1244	24093	81039
JUNIO	05492	7710	24227	77433
JULIO	11191	1006	23197	81394
AGOSTO	17005	0666	20494	80967
SEPTIEMBRE	10209	7511	22708	75428
OCTUBRE	11424	1069	25200	83693
NOVIEMBRE	10041	1159	21551	81751
DICIEMBRE	10360	1716	21905	80221
TOTAL	111722	97089	270290	907269
PROMEDIO MENSUAL	100110	10001	23002	82472
PROMEDIO DIARIO	1699	266	770	2742

C 2-9 VNC - CAMIONES DE 2 A 9 TONELADAS Y MULTICARROS NO CLASIFICADOS

AFORO VEHICULAR 1989

PUEBLA

MES	TIPO DE VEHICULO			TOTAL
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	C.2-9/VNC	
ENERO	41705	43021	97093	558529
FEBRERO	345610	42025	99699	407634
MARZO	436605	40196	102717	503890
ABRIL	396634	44610	109345	546217
MAYO	410923	47520	130064	577017
JUNIO	347027	45629	115230	507681
JULIO	306765	50051	122400	563104
AGOSTO	410674	54369	123706	596729
SEPTIEMBRE	360640	46520	115170	522346
OCTUBRE	609170	49337	126056	566263
NOVIEMBRE	200105	48025	114003	551003
DIEMBRE	420423	49106	113062	591391
TOTAL	4712009	573502	1300001	6663772
PROMEDIO MENSUAL	392667	47799	113000	554481
PROMEDIO DIARIO	13109	1503	3700	18483

C.2-9/VNC = CAMIONES DE 2 A 9 TON Y VEHICULOS NO CLASIFICADOS

AFORO VEHICULAR

CONCENTRADO

	TIPO DE VEHICULO			TOTAL	PORCENTAJE
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	C.2-D.VNC		
CARRETERA PACHUCA	7552917	1030523	310330	8901770	21.18%
CUERNAVACA	6588573	409776	554860	7553209	17.97%
TOLUCA	5905350	889392	2551070	9045812	21.52%
QUERETARO	6117722	970689	2784258	9872669	23.49%
PUEBLA	4719389	573582	1360801	6653772	15.83%
TOTAL	30583951	3873962	7569319	42027232	100.00%
PROMEDIO	6116790	774792	1513864	8405446	
PORCENTAJE	72.77%	9.22%	18.01%	100.00%	

A N E X O C

ANEXO C

Ante la carencia del aforo vehicular correspondiente a la carretera a Toluca; se decidió utilizar la correlación lineal ya que en nuestro estudio se ven involucradas dos importantes variables, el número de accidentes y el aforo vehicular. Como se contaba con los datos de las dos variables para las otras carreteras, elegimos la de Querétaro, para medir la relación lineal que existe entre esas variables por las siguientes razones:

- 1) El mismo Estado lo atraviesan las dos carreteras, (Estado de México).
- 2) La principal causa de accidentes (el conductor) es similar para las dos carreteras.
- 3) Las condiciones de las carreteras es parecida en cuanto a estado asfáltico, medidas de seguridad y condiciones climáticas.

Es necesario definir ahora en términos estadísticos la correlación lineal: "La correlación lineal es el estudio

simultáneo de dos variables para ver la forma en que se encuentran interrelacionadas.

La medida del grado de relación lineal, la establece el coeficiente de correlación, que se obtiene de la siguiente manera:

$$r = S_{xy} / \sqrt{(S_{xx})(S_{yy})}$$

El valor de r debe de satisfacer la desigualdad:

$$-1 < r < 1$$

En el caso de que $r=1$ o $r=-1$ todos los puntos de las variables se encuentran en una línea recta.

Como el problema radica en ajustar a una línea recta los puntos de las dos variables, y así poder predecir una variable de condiciones similares para otro caso; la ecuación de la recta que se pretende ajustar, será:

$$y = a + bx$$

Donde:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = S_{xy} / S_{xx}$$

Con estos antecedentes, obtenemos el coeficiente de correlación para la carretera a Toluca, a partir de la México-Querétaro, con las variables: Número de accidentes anual y aforo vehicular anual.

Damos el ejemplo para el caso de 1989, pero los años de 1987 y 1988 se obtienen de la misma manera.

CARRETERA MEXICO-QUERETARO

MES	(DATOS 1989) No. DE ACCIDENTES	AFORO VEHICULAR
1	77	824111
2	68	703990
3	78	887980
4	69	784491
5	73	818839
6	72	773033
7	81	837034
8	85	909562
9	70	785474
10	81	830810
11	79	817131
12	93	900214

Sustituyendo en la fórmula anterior, tenemos que:

$$r = 0.843963$$

Entonces:

$$a = 303977.72$$

$$b = 6722.39$$

Como conocemos los valores de los accidentes (x)
determinamos el valor de y:

CARRETERA MEXICO-TOLUCA

MES	No. DE ACCIDENTES	AFORO VEHICULAR
1	68	761100
2	58	693876
3	67	754387
4	59	700599
5	61	714044
6	62	720766
7	72	787990
8	73	794712
9	61	714044
10	68	761100
11	71	781267
12	83	861936

La distribución de los distintos tipos de vehículos se hace de un promedio estimado de Querétaro, así tenemos que los automóviles son el 61.97%, los autobuses el 9.38% y los camiones el 28.20% del total de vehículos que circulan (se incorpora la tabla correspondiente en el anexo B).

A N E X O D

ANEXO D

En este anexo probaremos que la desviación de las medias y por consiguiente de la población no es significativa, para ello partiremos de una prueba de hipótesis, donde:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{12}$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_{12}$$

Se probará a través de la distribución F, comparándola con un cociente F que se obtiene de dividir el estimador σ^2 a partir de las medias, entre el estimador σ^2 a partir de las observaciones.

El cálculo es el siguiente: Sea Y_{ij} el aforo del mes j -ésimo del año i -ésimo donde $i = 1, 2, 3, 4$ y $j = 1, 2, \dots, 12$

Se obtiene el factor de corrección FC, de la ecuación 1 y la suma de cuadrados total (ajustada para la media) de la ecuación 2. El factor de corrección es el cuadrado de la suma de todas las observaciones dividido por su número. Para éstos datos:

$$C = (\sum Y_{ij})^2 / 4(12) = 2.683024 E13 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Total SC} = \sum Y^2_{ij} - C = 2.5555332 E11 \dots \dots \dots (2)$$

La suma de cuadrados atribuible a la variable de clasificación, es decir de los años, que suele llamarse suma de cuadrados entre grupos se calcula así:

$$SC \text{ entre grupos} = (Y_1^2 + \dots + Y_4^2) / 12 - C \dots\dots\dots(3)$$

$$= 1.054199 \text{ E}10$$

La suma de cuadrados entre observaciones (meses) tratados en forma similar se llama suma de cuadrados de error y se obtiene restando del total la suma de cuadrados entre grupos como en la ecuación 4.

$$SC \text{ error} = SC \text{ total} - SC \text{ entre grupos} \dots\dots\dots(4)$$

$$= 2.4501133 \text{ E}11$$

El valor F se obtiene:

$$F = SC \text{ entre grupos} / SC \text{ entre error} = 0.043$$

En nuestro caso al comparar la F calculada con la F tabulada (2.82) con un nivel de significación del 1% con 3,44 grados de libertad:

F calculada \leq F tabulada

Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula.

B I B L I O G R A F I A

BIBLIOGRAFIA

1. SEGUROS GENERALES PRINCIPIOS Y PRACTICAS
Robert Riegel y Jerome S. Miller
C.E.C.S.A.
2. LECCIONES DE TECNICA ACTUARIAL DE LOS SEGUROS CONTRA
LOS DANOS.
Luigi Molinaro
Textos Universitarios
3. RAZONAMIENTO ESTADISTICO
F. Williams
Interamericana
4. INTRODUCCION A LA PROBABILIDAD Y LA ESTADISTICA
William Mendenhall
Iberoamérica
5. ESTADISTICA ELEMENTAL
Paul G. Hoel
C.E.C.S.A.
6. ATLAS DE CARRETERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA
Guía Roji

7. MATEMATICAS FINANCIERAS
Lincoyán Portus Govinden
Mc. Graw Hill

8. MATEMATICAS FINANCIERAS
Benjamín de la Cueva
Porrúa

9. EVALUACION DE PROYECTOS
G. Baca Urbina
Mc. Graw Hill

10. GUIA BASICA PARA LA ELABORACION DE PROYECTOS
I.L.P.E.S.

11. INVESTIGACION DE OPERACIONES
Taha
Limusa

12. REGLAMENTO DE OPERACION DE AERONAVES CIVILES

13. MANUAL DE VUELO
Twin Jet II Bo-105
M.B.B.

14. PAQUETES USADOS
WORD
QPRO
LOTUS